



АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 2713-1513

#16 (146), 2023

часть I

Актуальные исследования

Международный научный журнал

2023 • № 16 (146)

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 Муртазович, 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)

Хаитова 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

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Куренщиков А.В., Дьяконова К.Е.

ПРАКТИКА РЕАЛИЗАЦИИ СТАНДАРТОВ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ5

Рысин А.В., Бойкачёв В.Н., Наянов А.М., Островский Я.Б.

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ БЛОКОВ РАДИОУПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (БПЛА)9

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Жаниев Е.Н.

АНАЛИЗ ЗАЩИТЫ ГРУПП ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
ОТ СОЦИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ АТАК.....42

Миροнова Е.А., Миροнов Д.С., Миροнов Д.С.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕЛКИХ ДЕТАЛЕЙ С ВЫСОКОЙ
ТОЧНОСТЬЮ46

АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО

Ковалев А.С.

ПРЕИМУЩЕСТВА ДЕРЕВА В АРХИТЕКТУРЕ.....49

Некрасов А.Б., Баранник С.П.

ФОРМИРОВАНИЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЦЕНТРОВ В ПЕРИФЕРИЙНЫХ
ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛАХ54

Татевосян А.Г.

ИДЕИ И ПРОЕКТЫ СОВЕТСКИХ И РОССИЙСКИХ АРХИТЕКТОРОВ ЗА ПОЛЯРНЫМ
КРУГОМ58

НАУКИ О ЗЕМЛЕ, ЭКОЛОГИЯ, ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Гурьянова П.С.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИСТВЕННОЙ ЛИСТОВИЦЫ ДЛЯ
РЕКУЛЬТИВАЦИИ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ
МОСКОВСКОГО РЕГИОНА64

МЕДИЦИНА, ФАРМАЦИЯ

Дникешева Ж.С., Шмакова О.П., Васильев И.А.

РОЛЬ МИКРОБИОЦЕНОЗОВ В РАЗВИТИИ ПАТОЛОГИИ.....68

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

КУРЕНЩИКОВ Александр Владимирович

доцент кафедры метрологии, стандартизации и сертификации, канд. техн. наук,
Институт электроники и светотехники, Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарёва, Россия, г. Саранск

ДЬЯКОНОВА Ксения Евгеньевна

магистрант кафедры метрологии, стандартизации и сертификации,
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва,
Россия, г. Саранск

ПРАКТИКА РЕАЛИЗАЦИИ СТАНДАРТОВ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Аннотация. В данной статье рассматриваются современные методы реализации стандартов качества пищевой продукции.

Ключевые слова: продукция, оборудование, стандарты.

Человечество всегда было озабочено качеством пищевых продуктов, которые мы ежедневно потребляем. Нередко главной причиной плохого настроения и ухудшения здоровья человека является некачественный или поддельный продукт. Для того, чтобы гарантировать безопасность пищевых продуктов и защитить права потребителей, были разработаны стандарты качества промышленного и сельскохозяйственного производства.

Одним из главных направлений стандартизации пищевых продуктов является оценка качества в соответствии с нормативно-правовыми актами и документами. Согласно законодательству, пищевые продукты должны соответствовать многим требованиям, таким как упаковка, маркировка, срок годности и др. Органы государственного контроля исполняют функцию надзора за выполнением законодательства и обеспечения безопасности продуктов [1].

На практике качество продукта может быть определено не только государственными органами, но также и потребителями. Они могут использовать различные способы, чтобы понять, насколько качественный продукт: от

сорта или происхождения продукта до его запаха и вкуса.

Рассмотрим современное управление качеством пищевых продуктов.

В 2022 году произошло несколько значимых новшеств в реализации стандартов качества пищевых продуктов в России и за ее пределами. Некоторые из них:

1. В России завершена разработка нового стандарта ГОСТ Р ИСО 22000-2018 "Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов". Он определяет требования к системам менеджмента безопасности пищевых продуктов, позволяющим обеспечить безопасность продукции на всех этапах производства.

2. В Европейском Союзе вступило в силу новое законодательство, касающееся продуктов питания, которое обеспечивает улучшенный контроль качества и безопасности продуктов питания.

3. В 2022 году также были запущены новые инновационные технологии для контроля качества и безопасности пищевых продуктов, включая применение наночастиц для улучшения упаковки и сохранения качества продукции, а также различные методы хранения

продуктов, обобщенные под термином cold chain (холодная цепь).

Сегодня все большее число производителей фасованной продукции стремится к

соблюдению стандартов качества, зачастую более высоких, чем требования законодательства [4].



Рис. Эмблема НАССР

Одним из наиболее распространенных стандартов качества является стандарт НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Point). НАССР предусматривает систему мониторинга и контроля качества для обеспечения безопасности пищевых продуктов на всех стадиях их производства, хранения и транспортировки.

Еще одним важным стандартом является стандарт ISO 22000, который основан на НАССР, но включает также требования к менеджменту качества. ISO 22000 предусматривает введение системы менеджмента качества, что в свою очередь позволяет управлять всеми факторами производства продукции, которые могут повлиять на ее качество и безопасность.

Стоит упомянуть о таких аспектах в реализации стандартов качества, как требования к маркировке и упаковке продукции. Производители фасованной продукции должны предоставить на упаковке всю необходимую информацию, включая срок годности, условия хранения, состав и общую информацию о продукте. Это позволяет потребителям выбирать продукцию согласно своим потребностям и требованиям [2].

Для оценки качества фасованной продукции в настоящее время существуют различные стандарты, устанавливающие нормы качества, безопасности и потребительских свойств для каждого вида продукции.

Один из наиболее широко используемых стандартов – это ГОСТ Р 53801-2010 "Фасованные продукты. Общие требования, правила приемки, методы их испытаний и анализа на предприятии отрасли", который устанавливает правила приемки, требования к маркировке и упаковке, а также исследования, которые необходимо провести для проверки соответствия продукции ГОСТу.

Современные методы реализации стандартов качества пищевой продукции разделим на 3 категории:

1. Управление производственными процессами.

Процессы производства должны быть под контролем, чтобы гарантировать качество пищевых продуктов. В процессе производства должна быть максимально сохранена полезная питательная ценность продукта. Управление производственными процессами включает в себя: качественный контроль сырья и

материалов до начала производства; контроль процесса изготовления продукта; контроль качества готовой продукции, а также контроль упаковки и хранения.

2. Контроль качества продукции

Контроль качества продукции – это процесс, который позволяет убедиться в соответствии продукта стандартам качества. Это включает в себя следующие этапы:

- Организация внутреннего контроля качества продукции на каждом этапе производства.
- Определение параметров, состава и физических характеристик продукта.
- Определение пороговых значений для каждого параметра, определяющих плохое качество продукта.
- Определение методов проверки качества продукта (физические, химические, органолептические и т.д.).
- Определение частоты и объема проверок качества продукции (каждая партия, каждый день и т.д.).

3. Постоянное совершенствование качества

Постоянное совершенствование качества – это процесс улучшения качества продукции. Он включает в себя следующие этапы:

- Анализ рынка и потребностей потребителей.
- Поиск новых способов производства продукта.
- Использование новых технологий и материалов в производстве.
- Постоянное улучшение качества продукта.

Так же стандарты серии ISO 9000 обеспечивают управление качеством продукта в производственных процессах работников и руководства, а стандарт серии ISO 22000:2005 определяет требования к управлению безопасностью пищевых продуктов в производственном процессе [3].

Одним из важных стандартов является стандарт ISO 22000:2018 "Системы менеджмента безопасности пищевой продукции - Требования для любой организации в цепи продовольственной продукции". Этот стандарт определяет требования к системам менеджмента безопасности пищевой продукции и дает возможность организациям разрабатывать и реализовывать процедуры для обеспечения безопасности пищевых продуктов на всех этапах цепи производства и поставки продуктов.

На практике производители часто ориентируются на другие стандарты качества, такие как стандарты производства безопасных продуктов питания GlobalGAP или стандарты серии BRC, которые оценивают качество продуктов на протяжении всего цикла их производства.

Главной целью метрологического контроля является обеспечение точности и достоверности измерений, которые используются в качестве основы для контроля качества продукта. Регулирование метрологических требований к фасованным продуктам позволяет обеспечить точное соответствие предъявляемым требованиям, а также существенно повысить доверие потребителей к продукции.

Практика реализации стандартов качества пищевых продуктов является важным этапом производства продукции и обеспечивает безопасность и соответствие заявленному качеству. Различные стандарты помогают производителям снижать риск появления некачественной продукции, чему благоприятствует внедрение потребительского подхода в производственные процессы. Однако, необходимо продолжать работу по совершенствованию стандартов и механизмов их реализации, что позволит улучшить качество продукции и повысить безопасность пищевых продуктов.

Современное управление качеством пищевых продуктов – это процесс, который должен быть внедрен во всех производственных и потребительских сферах, чтобы гарантировать безопасность, качество и законность продуктов питания, а также удовлетворить потребности и ожидания потребителей. В настоящее время существует достаточно много различных стандартов, руководствующихся которыми производители гарантируют качество своих продуктов, что в свою очередь ведет к чистоте и здоровью людей.

В заключение нужно отметить, что производители фасованной продукции все больше обращают внимание на качество своей продукции и соблюдение стандартов качества. Они применяют различные стандарты и системы управления качеством, такие как HACCP и ISO 22000, а также предоставляют подробную информацию на упаковке продукции для удобства и безопасности потребителей [5].

Литература

1. Андреас П. Метрологическое обеспечение технических систем : история, факты, перспективы / П. Андреас – Текст : электронный // Метрология, стандартизация и метрология : [сайт]. – 2018. – 2 февр. – URL: <https://led-e.ru/svetodiod/istoriya/> (дата обращения: 05.02.2023).

2. От амфоры до тетропака : Текст : электронный // МСХА : [сайт]. – 2019. – URL: <https://svetodiodinfo.ru/voprosy-osvetodiodax/vredny-li-svetodiodnye-lampy-dlya-zdorovya.html> (дата обращения: 14.02.2023).

3. ГОСТ 8.579–2019 Требования к количеству фасованных товаров в упаковках любого вида при их производстве, расфасовке, продаже и импорте : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 07 декабря 2013 г. № 1072-ст : введен впервые : дата введения 2013–05–01 / разработан Федеральным

государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС») – Москва : Стандинформ, 2019. – 29 с. – Текст : непосредственный.

4. ГОСТ Р 1.4 Стандарты организации : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 08 ноября 2013 г. № 1356-ст : введен впервые : дата введения 2014–07–01 / разработан Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации» (ФГУП «ВНИИСтандарт»). – Москва : Стандинформ, 2014. – 43 с. – Текст : непосредственный.

5. Дейнего В.Н. Метрология и измерительная техника : учебник / В. Н. Дейнего, В. А. Капцов. – Новосибирск : НГТУ, 2013. – 84 с. – ISBN 613.5:644.36. – Текст : непосредственный.

KURENSHEKOV Aleksandr Vladimirovich

Associate Professor of the Department of Metrology, Standardization and Certification,
Candidate of Technical Sciences, Institute of Electronics and Lighting Engineering,
National Research Mordovia State University, Russia, Saransk

DYAKONOVA Ksenia Evgenevna

Master's student of the Department of Metrology, Standardization and Certification,
Institute of Electronics and Lighting Engineering, National Research Mordovia State University,
Russia, Saransk

THE PRACTICE OF IMPLEMENTING FOOD QUALITY STANDARDS

Abstract. *The article discusses modern methods of implementing food quality standards.*

Keywords: *products, equipment, standards.*



DOI 10.51635/27131513_2023_16_1_9

РЫСИН Андрей Владимирович

радиоинженер, АНО «НТИЦ «Техком», Россия, г. Москва

БОЙКАЧЁВ Владислав Наумович

директор, к. т. н., АНО «НТИЦ «Техком», Россия, г. Москва

НАЯНОВ Алексей Михайлович

нач. сектора, АНО «НТИЦ «Техком», Россия, г. Москва

ОСТРОВСКИЙ Яков Борисовичкандидат технических наук, начальник отдела, АНО «НТИЦ «Техком»,
Россия, г. Москва

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ БЛОКОВ РАДИОУПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (БПЛА)

Аннотация. На современном этапе развития систем радиоуправления и связи остро стоит вопрос об оптимизации радиоэлектронных устройств в микромодульном исполнении с целью снижения экономических затрат за счёт унификации и многофункционального использования. При этом есть необходимость в оптимизации работы под конкретные специфические задачи с учётом защиты от радиопомех. В данной статье на основе анализа характеристик известных радиосистем предлагается микромодульное радиоэлектронное устройство радиоуправления БПЛА с оптимизацией радиотехнических параметров, которое в сочетании с выполнением своих задач может иметь многофункциональное использование в связи, навигации, дистанционном зондировании Земли.

Ключевые слова: радиоуправление БПЛА, схема GPS, теорема Котельникова, ошибки дискретизации, виды модуляций радиосигнала, скорость передачи информации, сдвиг по частоте Доплера.

Принципы радиоуправления БПЛА связаны с передачей информации путём модуляции излучаемого радиосигнала на основе чего и выбирается вариант блока для радиоуправления. При этом может быть использована амплитудная, фазовая и частотная модуляции. Самым простым способом является амплитудная модуляция, однако этот сигнал легко обнаруживается средствами радиотехнической разведки (РТР) и по нему может формироваться радиопомеха средствами радиоэлектронной борьбы (РЭБ) и обеспечиваться наведение противорадиолокационной ракеты. Поэтому в целях обеспечения скрытности излучаемого сигнала радиоуправления от средств РТР необходимо использовать как фазовую, так и частотную модуляцию (это даёт «размазывание» спектра сигнала до уровня спектра шума) с сокращением времени передачи, что аналогично амплитудной модуляции. Понятно, что

высокая скорость перестройки параметров модуляций повышает скрытность излучаемого сигнала радиоуправления. Отсюда современная тенденция развития блоков радиоуправления связывается с цифровой обработкой сигнала, и это позволяет гибко и быстро менять параметры используемых сигналов как по несущей частоте, способу модуляции, методам подстройки, кодированию и накоплению сигналов с целью обеспечения помехозащищённости. Кроме того желательно иметь и многофункциональность с возможностью выделять сигналы других радиоэлектронных средств и формировать помеховые сигналы радиоэлектронным средствам противника в зоне пролёта БПЛА. Это особенно важно, когда прорыв зоны противовоздушной обороны будет осуществляться за счёт массивированного применения БПЛА, так как отдельный БПЛА будет обнаружен и уничтожен. Одновременно с этим, в

местах пролёта БПЛА для нанесения точного удара по средствам противника может осуществляться радиолокационное дистанционное зондирование Земли с целью выявления замаскированных целей, которые не видны в оптическом диапазоне. Соответственно, при отсутствии надёжной связи с ретранслятором (РТ) сигнала радиопередачи и определения местоположения по системе ГЛОНАСС может использоваться привязка местоположения БПЛА по «реперным» точкам, в местах пролёта, когда радиопередатчики, выставленные разведкой в этих точках, включаются в определённый момент времени по кодовому сигналу, и это обеспечит точную навигацию. Понятно, что типы БПЛА могут быть различные и желательно иметь унифицированный блок радиопередачи вне зависимости от типа БПЛА, что позволяет обеспечивать их совместную работу в общем комплексе. Отсюда стоит вопрос в оптимизации схемы и программы блока радиопередачи БПЛА с точки зрения радиотехнических параметров при многофункциональном использовании и унификации. Использование БПЛА с дальностью полёта до 400 км связано с их применением как в качестве средств разведки, средства нанесения ущерба за счёт подрыва боезаряда в нужном месте, и это невозможно без надёжного помехозащищённого

радиопередачи с приёмом и передачей радиосигналов, соответственно БПЛА могут использоваться как средства радиопомех (например, многократная ответная помеха) для прикрытия последующих эшелонов ударных летательных аппаратов. Для обеспечения высокой помехозащищённости при радиопередаче требуются кодовые сигналы большой длительности для накопления с соответствующим улучшением отношения сигнал/шум, и при этом желательно иметь длительность символа кода как можно меньше, что затрудняет его выделение из шумов и даёт возможность его использования ещё и в качестве сигнала, например, для навигации и дистанционного зондирования Земли. Одновременно с этим необходимо обеспечить когерентную обработку для повышения чувствительности, что связано с подстройкой по сдвигу частоты Доплера за счёт ФАПЧ. Учитывая, что вероятность ошибки для фазо-кодо-манипулированного сигнала (ФКМ) по рисунку 1 [1] наиболее низкая, и при этом можно обеспечить высокую помехозащищённость, то при выборе начальной схемы радиопередачи БПЛА надо придерживаться решения для такой оптимальной обработки, и уже с учётом этого рассматривать возможность использования сигналов с частотной и амплитудной модуляцией.

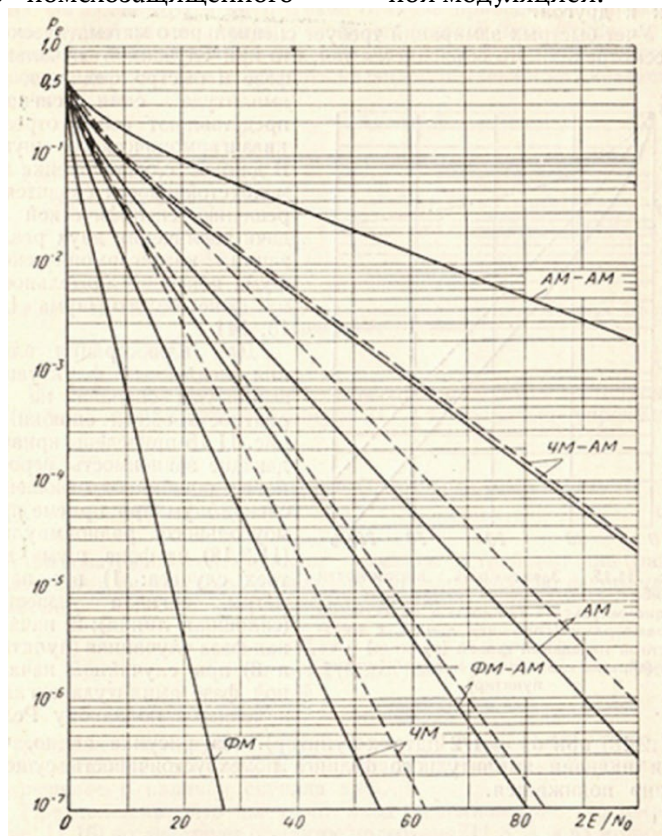


Рис. 1. Вероятность общей ошибки для различных систем радиотелеграфии при приёме на фоне шума детерминированных сигналов (сплошные линии) и сигналов со случайной начальной фазой (пунктир)

Поэтому рассмотрим варианты схемных решений, обеспечивающих способы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) для когерентной обработки с получением наименьшего

значения вероятности ошибки как наиболее перспективных решений.

В случае использования ФКМ сигнала когерентный способ связи связан с применением схемы Костоса [2], рисунок 2.

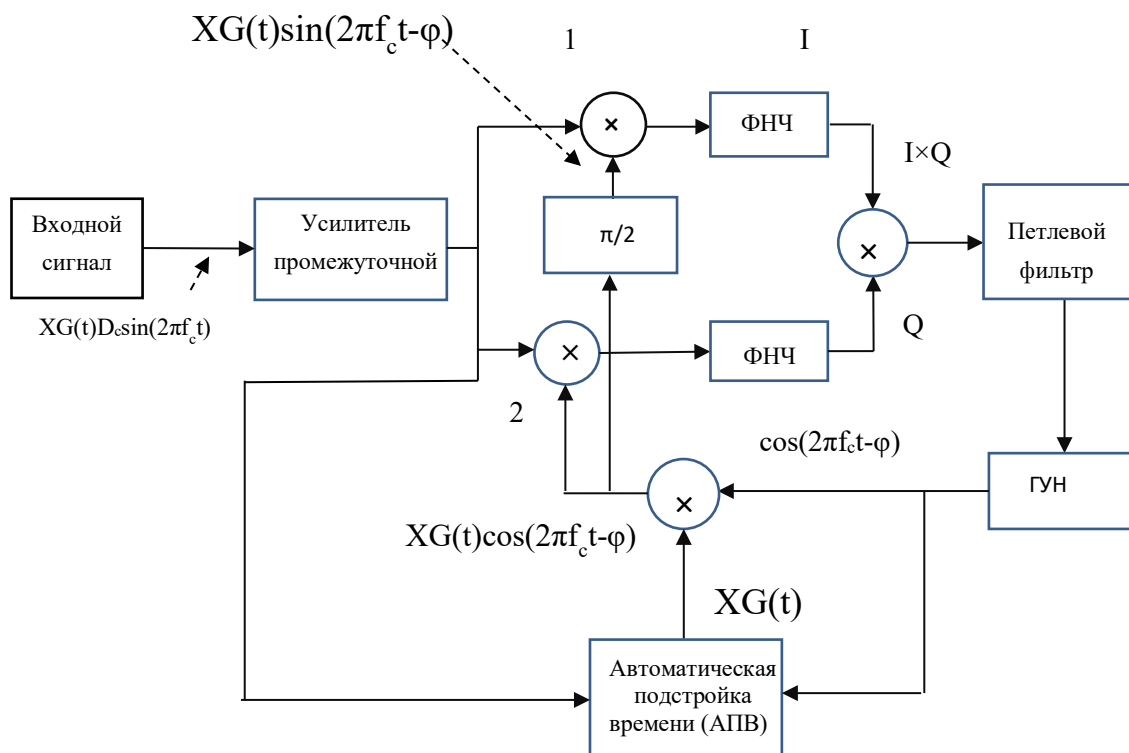


Рис. 2. Фазовая автоподстройка частоты по схеме Костоса

Здесь, с выхода усилителя промежуточной частоты (УПЧ) сигнал $XG(t)D_c(t)\sin(2\pi f_c t)$ поступает на фазовый дискриминатор, куда, с другой стороны, подаётся опорное напряжение $XG(t)\cos(2\pi f_c t - \varphi)$. Фаза несущей частоты элементарных радиоимпульсов опорного напряжения отличается от фазы импульсов сигнала на φ . Близость времени запаздывания сигнала и опорного напряжения поддерживается системой АПВ (автоматическая подстройка по времени прихода). Фазовый дискриминатор имеет два канала, отличающиеся тем, что их опорные напряжения сдвинуты по фазе на $\pi/2$, т.е. находятся в квадратуре. Каждый из каналов представляет собой умножитель сигнала на опорное напряжение. Выработываемые ими напряжения фильтруются в фильтрах нижних частот (ФНЧ) в результате чего образуются квадратурные составляющие (I и Q) сигнала рассогласования по фазе. В связи с тем, что исходный дальномерный сигнал $XG(t)D_c(t)\sin(2\pi f_c t)$ манипулирован по фазе сообщением $D_c(t)$, составляющие сигнала ошибки I и Q изменяют свой знак в такт с информационными символами

сообщения $D_c(t)$. Для устранения этого влияния используется операция умножения $I \times Q$, в результате чего сигнал ошибки освобождается от модуляции символами сообщения. Проанализируем правило формирования ошибки. Сигналы и квадратурные опорные напряжения на входе умножителей 1 и 2 рисунок 2 будем считать гармоническими $U_{cm}\sin(2\pi f_c t)$, $U_{om}\sin(2\pi f_c t - \varphi)$, $U_{om}\cos(2\pi f_c t - \varphi)$. Тогда на выходах умножителей получим:

$$U_{cm} \sin(2\pi f_c t) \times U_{om} \sin(2\pi f_c t - \varphi) = 0,5 \times U_{cm} U_{om} [\cos(\varphi) - \cos(4\pi f_c t - \varphi)] \quad (1)$$

$$U_{cm} \sin(2\pi f_c t) \times U_{om} \cos(2\pi f_c t - \varphi) = 0,5 \times U_{cm} U_{om} [\sin(\varphi) - \sin(4\pi f_c t - \varphi)] \quad (2)$$

На выходах ФНЧ:

$$I = 0,5 \times U_{cm} U_{om} \cos(\varphi) \quad (3)$$

$$Q = 0,5 \times U_{cm} U_{om} \sin(\varphi) \quad (4)$$

Сигнал ошибки:

$$I \times Q = 0,25 \times U_{cm}^2 U_{om}^2 \cos(\varphi) \times \sin(\varphi) = 0,125 \times U_{cm}^2 U_{om}^2 \times \sin(2\varphi) \quad (5)$$

Следующей проблемой является сам захват частоты (это особенно важно при срыве автосопровождения из-за помех и при перестройке несущей частоты) и, например, для ускорения

захвата предполагается использовать путь изменения частоты ГУН при помощи внешнего линейно изменяющегося напряжения. Ещё один способ связан с тем, что вместо симметричной дискриминационной характеристики при перемножении значений каналов синуса и косинуса ($Q_{ps} \times I_{ps}$) в фазовом детекторе

используется только знак фазы одного из каналов ($Q_{ps} \times \text{sign}(I_{ps})$), что даёт вариант пилообразной дискриминационной характеристики, что исключает срыв при попадании на участок с противоположным наклоном дискриминационной характеристики, как показано на рисунке 3.

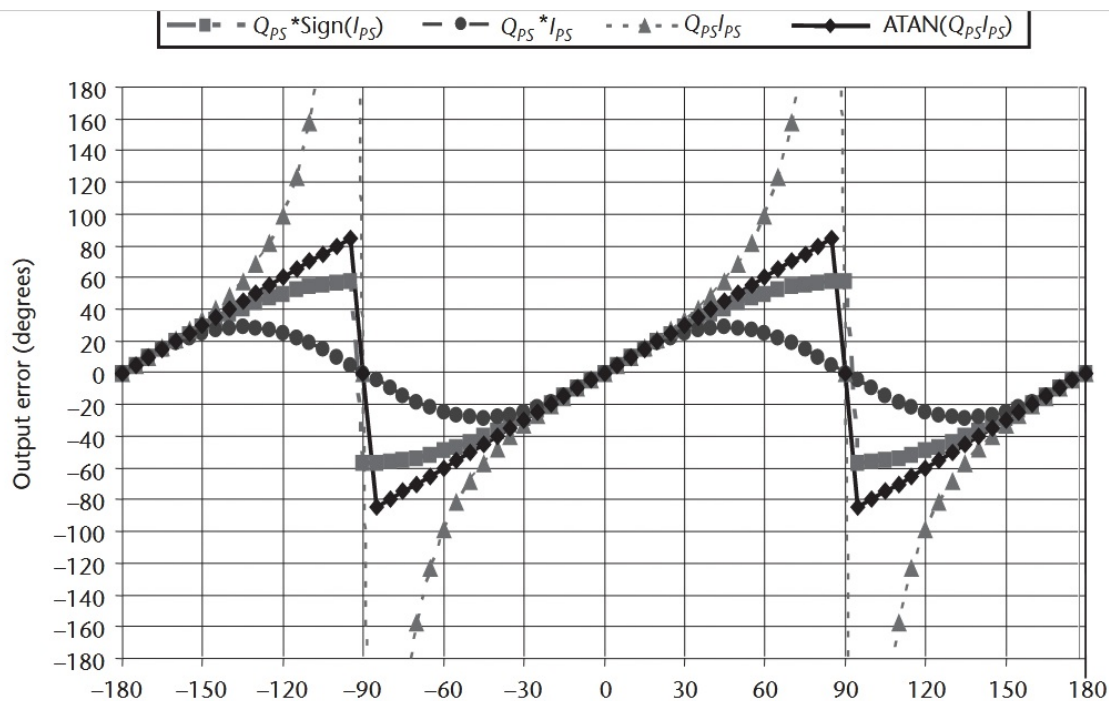


Рис. 3. Дискриминационные характеристики

Понятно, что схема Костоса, представленная на рисунке 2 в аналоговом исполнении, даже при наличии захвата частоты на основе дискриминационной характеристики вида $Q_{ps} \times \text{sign}(I_{ps})$ представленной на рисунке 3, не может обеспечить установку начальной фазы подстройки в 0 градусов, что желательно в случае отстройки по частоте от внешних помех и быстрого восстановления режима радиуправления, так как генератор управляемый напряжением (ГУН) не контролирует установку начальной фазы. Необходимость этого связана и с тем, что установка начальной фазы

определяет возникновение сигнала рассогласования только с неточностью определения доплеровской частоты и при этом когерентное выделение ФКМ сигнала возможно сразу. Чтобы получить возможность устанавливать начальную фазу надо использовать цифровой синтезатор доплеровских частот. Однако использование только цифрового исполнения также не даст правильной точной установки фазы. С тем чтобы это показать приведём схему цифровой обработки используемой в системах GPS навигации [3], рисунок 4.

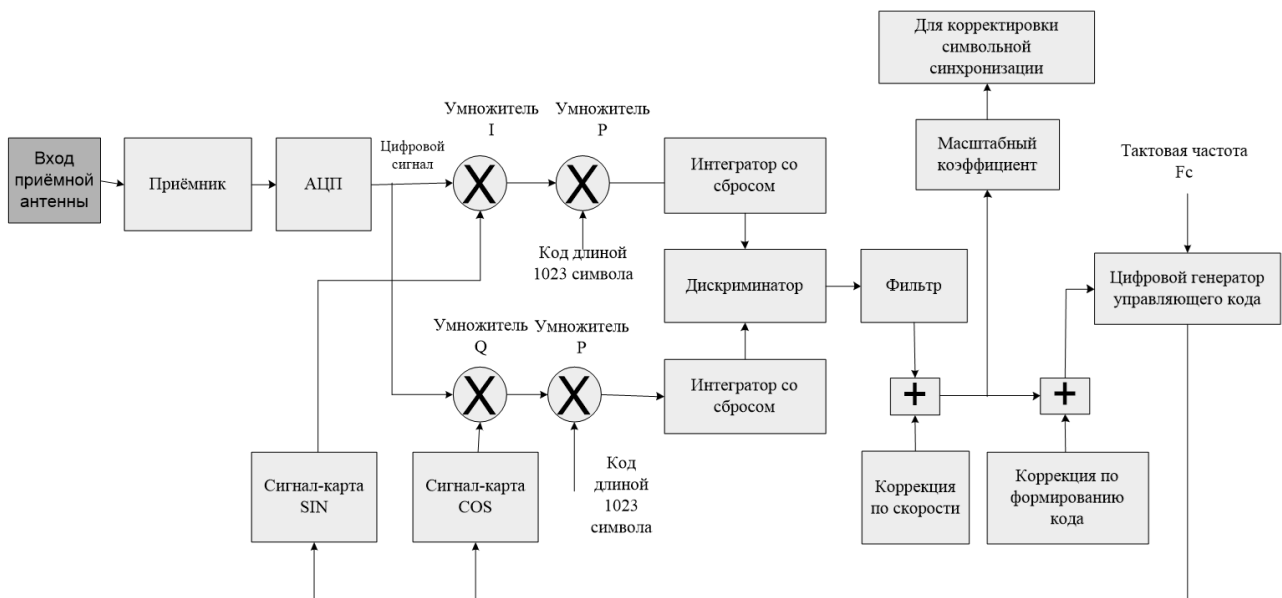


Рис. 4. Схема фазовой автоподстройки частоты на примере GPS приёмника

Здесь в качестве фильтров нижних частот применены интеграторы со сбросом и накоплением 1023 импульсов при импульсе в 1 Мбит/сек. Соответственно доплеровская частота, которая возможна для начального захвата будет определяться временем накопления, которое составляет 1 мсек (1 кГц). Понятно, что первоначальное значение частоты Доплера должно быть гораздо меньше 1 кГц, так как смена фазы от частоты Доплера приводит к разрушению накапливаемого кода. При этом точность установки первоначальной фазы будет также определяться временным

интервалом между тактами повторения сброса, а это неопределённость 1 мсек. Как будет показано далее, скорость передачи сигнала радиуправления должна быть не меньше 1 кбит/сек, а отсюда дискриминационная характеристика с учётом перемножения фаз по синусу и косинусу будет иметь период по частоте в четыре раза выше, то есть более 4 кГц. Соответственно выставить в ноль дискриминационной характеристики при накоплении кода в 1 мсек не представляется возможным. Рассмотрим конкретный вариант GPS приёмника по рисунку 5.

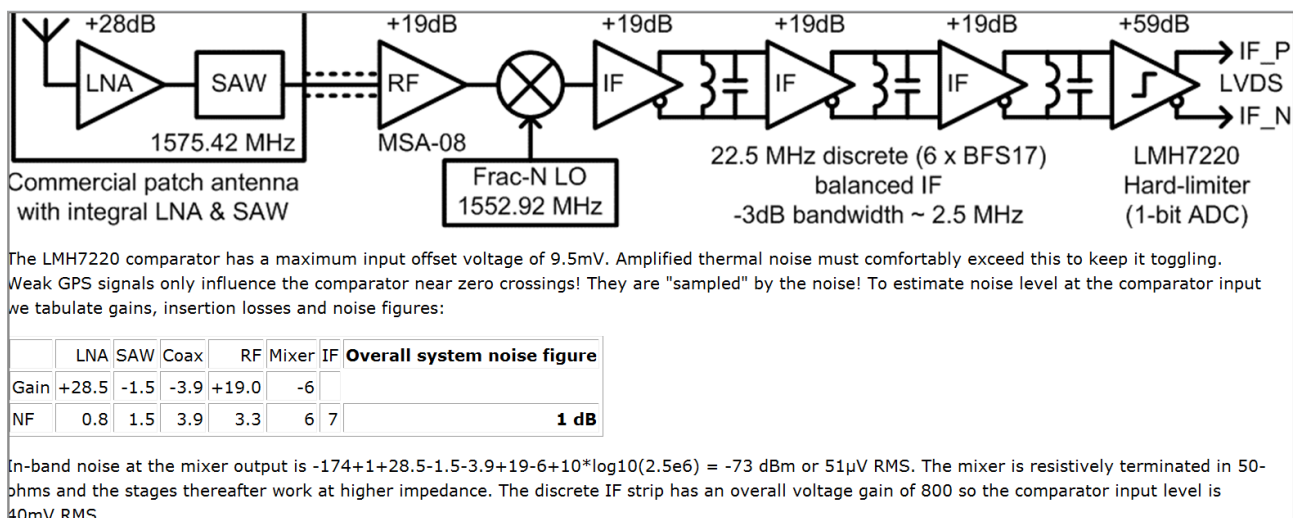


Рис. 5. Аналоговая часть приёмника GPS

Для детального рассмотрения приводим и цифровую реализацию с подключением

к компьютеру рисунок 6.

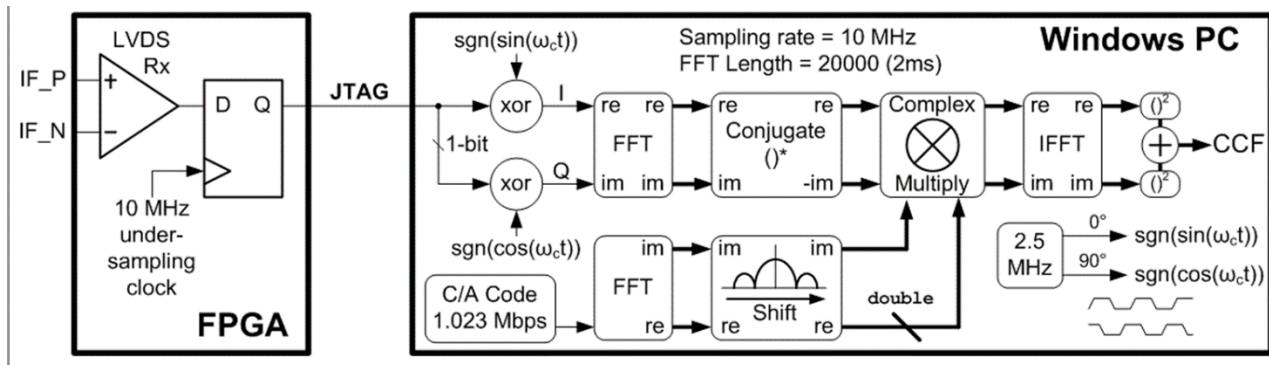


Рис. 6. Соединение однобитового АЦП с компьютером

Здесь видно, что при такте в 10 МГц на 1 – битовый аналого-цифровой преобразователь (АЦП), смещение в область 2,5 МГц мы получаем на основе второй гармоники 22,5 МГц - $2 \times 10 \text{ МГц} = 2,5 \text{ МГц}$. Понятно, что это ухудшает накопление сигнала по тактам в 2 раза, что даёт ухудшение соотношения сигнал/шум в $2^{0.5} = 1,41$ раз по сравнению с вариантом, если бы смещение осуществлялось на частоте в 20 МГц. Преимущество здесь в том, что с уменьшением тактовой частоты падают энергетические затраты. Однако, как будет показано в дальнейшем, в целях скрытной работы, время приёма сигнала на БПЛА от ретранслятора необходимо сокращать, что исключает узкополосный поиск сигнала средствами РТР, и в этом случае средняя мощность при повышенном такте сравняется с мощностью потребления при такте в 10 МГц.

Соответственно проведём расчёт энергетической линии при радиоуправлении на дальности близкой к 400 км исходя из следующих соображений. Пусть $h_1 = 10000 \text{ м}$ – высота подъёма ретранслятора (РТ) в метрах над поверхностью Земли; $h_2 = 100 \text{ м}$ – высота подъёма БПЛА в метрах над поверхностью Земли. Отсюда можно вычислить дальность прямой радиовидимости (L) между РТ и БПЛА по формуле:

$$L = 3,57 \times (h_1^{0.5} + h_2^{0.5}) = 3,57 \times (10000^{1/2} + 100^{1/2}) = 392,7 \text{ км} \quad (6)$$

Теперь вычислим необходимые параметры радиолинии связи БПЛА с ретранслятором исходя из использования микросхемы в системах GPS, ГЛОНАСС и ориентируясь на полосу в

$$F_{\text{прми}} = P_{\text{прди}} \times G_{\text{прди}} \times G_{\text{прм}} \times \lambda_u^2 / [(4 \times \pi)^2 \times q \times k \times T_u \times D_u^2] = 3,2 \times 28,18 \times 1,99 \times (0,19)^2 / [(4 \times \pi)^2 \times 27 \times 1,38 \times 10^{-23} \times 600 \times (0,4 \times 10^6)^2] = 2,5 \text{ МГц}. \quad (7)$$

Это означает, что радиоуправление на такой дальности в 400 км при прямой видимости при ФКМ сигнале возможно даже без накопления. Однако, как видно из формулы (7) при

2,5 МГц. Считаем, что радиоуправление БПЛА ведётся с другого ЛА (ретранслятора), и пусть коэффициент усиления луча антенны АФАР ЛА состоящей из 4-х патч имеет коэффициент усиления 14,5 дБ, $G_{\text{прди}} = 28,18$ (прототип такой микрополосковой антенны приведён в [4]), при размерах антенны порядка 21 см × 21 см. Предположим, что в усилителях мощности в импульсе в каждом из 4-х патч мы имеем по 0,8 Вт (при скважности $Q=2$ получается 0,4 Вт, и это меньше средней мощности в мобильном устройстве Iridium в 0,65 Вт где используется импульсная мощность в 7 Вт). Общая мощность от усилителей питающих 4 патч составит $P_{\text{прди}} = 3,2 \text{ Вт}$. Такой выбор мощности передатчика, особенно при работе в импульсном режиме и с большой скважностью, позволяет исключить наведение по источнику сигнала противорадиолокационных ракет. Считаем, что антенна БПЛА имеет $G_{\text{прми}} = G_{\text{аб}} = 1,995$ (3 дБ). Это выбор определяется коэффициентом направленного действия, который предполагается при использовании современных смартфонов в S-диапазоне, но это не значит, что нельзя через переключение в начальный момент вхождения в связь использовать ненаправленную антенну в -3 дБ. Выбираем отношение сигнал/шум $q=27$ (вероятность ошибки для ФКМ сигнала 10^{-7} по рисунку 1 [1], при шумовой температуре $T_u = 600 \text{ К}$, соответственно в формуле k – постоянная Больцмана, частота $f_u = 1,57542 \text{ ГГц}$ (длина волны $\lambda_u = 0,19 \text{ м}$). Отсюда имеем желаемую полосу пропускания:

накоплению сигнала при 1023 импульсах с повышением отношения сигнал/шум в $(1023)^{1/2} = 32$ раза, сигнал радиоуправления можно снизить за счёт уменьшения мощности

передатчика $3,2 \text{ Вт}/32=0,1 \text{ Вт}$ до уровня шума. При этом превышение над порогом будет обеспечиваться через накопление кода. Если использовать помехозащищённый код при скорости кода в 10 Мбит/сек и накоплением 10000 импульсов, то в этом случае мощность передатчика может быть уменьшена до 0,032 Вт, то есть в 100 раз. Это означает обеспечение скрытности сигнала радиопередачи за счёт расширения спектра. Отметим, что если бы использовалась полоса пропускания в 2,5 кГц для непрерывного сигнала длительностью в 1 мсек, то это дало бы повышение отношения сигнал/шум в 1000 раз, но при этом обнаружение и выделение такого сигнала для радиоэлектронной разведки не представляет труда. Поэтому очевидным решением для обеспечения скрытности сигнала радиопередачи является уменьшение длительности символа кода с повышением при этом скорости передачи и накоплением большего количества импульсов. Если предположить, что на каждое из 3-х перпендикулярных направлений движения отводится по 14 бит, то в итоге в секунду потребуется 42 бита.

Казалось бы, можно сделать вывод о применимости обработки микросхемы GPS (ГЛОНАСС) для радиопередачи, где скорость передачи информации составляет из-за бинарного квантования 50 бит/сек. При этом, такая же скорость передачи информации в GPS (ГЛОНАСС) сохраняется и при режиме повышенной помехозащищённости при скорости передачи кода в 10 Мбит/сек. Однако в реальных условиях применения радиопомех будут срывы сопровождения, так как при цифровой обработке используется бинарный –однобитовый сигнал (это как раз и приводит к тому, что скорость передачи информации 50 бит/сек, а не 1 кбит/сек) и в этом случае более сильный помеховый сигнал «обрезает» более слабый сигнал радиопередачи. Это собственно и применяется сейчас с учётом известных частот коммерческих микросхем GPS (ГЛОНАСС). Здесь успех в управлении БПЛА будет определяться скоростью перестройки на другую частоту и скоростью передачи информации управления с накоплением кода как можно в более короткое время. Так при высоте полёта БПЛА в 100 метров (скрытое перемещение по рельефу местности) и скорости в 200 км/час, за 1 секунду отсутствия сигнала управления БПЛА может уйти с траектории на 56 метров и сигнал от радиопередачи не успеет выправить положение.

Отсюда следует вывод о необходимости передачи сигнала управления не менее, чем через 0,1 секунду. Это означает, что требуется не 50 бит/сек, а 500 бит/сек. Если использовать общий канал на приём и передачу при радиопередачи, с учётом того, что обратно на ретранслятор должна поступать информация о местоположении БПЛА, то при скважности $Q=2$ нам потребуется скорость передачи информации как минимум в 1 кбит/сек. Напомним ещё раз, что при использовании для передачи сигнала радиопередачи непрерывного узкополосного сигнала без ФКМ, с полосой пропускания порядка 2,5 кГц, мы имеем выигрыш в отношении сигнал/шум и можем получить передачу информации выше 1 кбит/сек, однако такой сигнал не представляет трудностей для выделения с помощью радиоэлектронной разведки в течение нескольких секунд и постановки помех на несущей частоте сигналу радиопередачи. То есть, метод использования узкополосного непрерывного сигнала исключает преимущество скрытности сигнала за счёт использования ФКМ – кода, при котором скрытность растёт при уменьшении длительности символа кода и увеличением накопления. Из исключения варианта узкополосного сигнала и ФКМ – сигнала с однобитовым АЦП, на основе обработки предложенной в GPS (ГЛОНАСС), следует необходимость использования многоуровневого аналого-цифрового преобразователя (АЦП), чтобы получить аналогично со схемой Костоса с увеличением скорости передачи информации. Отметим, что даже если, по варианту GPS (ГЛОНАСС), будет использоваться помехозащищённый код в 10000 импульсов при символической скорости кода в 10 Мбит/сек, то срыв сопровождения в течение 1 секунды с уходом в 56 метров даст также срыв и по коду накопления, так как импульс символа равен 30 метрам распространения в пространстве. Далее отметим, что, для исключения влияния радиопомех, эффективным способом является расширение диапазона несущих частот сигнала радиопередачи от 2 ГГц до 10 ГГц, с расширением полосы пропускания от 200 МГц до 500 МГц и более с перестройкой несущей частоты, что эквивалентно частотной модуляции. Это заставляет противника «размазывать» шумовой сигнал по всему этому диапазону с уменьшением мощности помехи в заданном диапазоне частот сигнала радиопередачи.

При этом на входе приёмника сигнала управления может устанавливаться перестраиваемый радио фильтр с полосой частот порядка 10-50 МГц, что исключает перегрузку входного тракта импульсной радиопомехой. Однако расширение диапазона частот связано с переходом на более высокие несущие частоты, где уже частота сдвига по Доплеру может достигать нескольких кГц. Вычислим доплеровскую частоту F_d при скорости БПЛА в 200 км/час ($V_{\text{бпла}}=55,56$ м/сек) и несущей частоте $f=10$ ГГц по формуле:

$$F_d = 2 \times V_{\text{бпла}} \times \frac{f}{c} = 2 \times 55,56 \times 10 \times 10^9 / (3 \times 10^8) = 3,7 \text{ кГц.} \quad (8)$$

Так как длительность кода ФКМ сигнала при GPS (ГЛОНАСС) составляет 1 мсек, что эквивалентно 1 кГц, то подстройка по частоте Доплера может происходить в районе ± 500 Гц и менее, так как иначе изменение фазы от частоты Доплера приводит к разрушению накапливаемого кода. Отсюда следует вывод, что длительность кода информации радиопередачи по варианту первоначальной подстройки по методу GPS вначале по коду, а потом по частоте Доплера не должна превышать 300 мсек (3,4 кГц). Это сравнимо со скоростью передачи в режиме телефонной связи (ТЛФ) в спутниках Iridium.

Таким образом, использование обработки сигнала для канала радиопередачи по методу GPS (ГЛОНАСС) в коммерческом исполнении микросхем при обеспечении скрытности сигнала радиопередачи имеет следующие недостатки:

1. Низкая скорость передачи информации радиопередачи, так как требуется не 50 бит/сек, а скорость передачи информации от нескольких кГц и выше.

2. Неоптимальная обработка входного сигнала из-за бинарного квантования с возможностью подавления сигнала из-за выхода в область ограничения по динамическому диапазону амплитуды. Кроме того мы имеем ухудшение отношения сигнал/шум из-за использования второй гармоники для смещения частоты в однобитовом АЦП из-за сокращения количества выборок для усреднения в 2 раза.

3. Скорость первоначальной подстройки по несущей частоте в случае смены частот для

отстройки от радиопомех также низкая и будет составлять секунды. Противник успеет за это время выделить эту новую несущую частоту и организовать на ней помеху.

4. Скорость передачи информации не может быть повышена за счёт сокращения длительности символа кода накопления при том же количестве накапливаемых импульсов (здесь как при 1 Мбит/сек, так и при 10 Мбит/сек мы имеем 50 бит/сек и это связано с тем, что перемножение каналов осуществляется после накопления по рисунку 4). Иными словами, при необходимости превышения над радиопомехой, нельзя сократить время на передачу сигнала радиопередачи с повышением при этом импульсной мощности.

5. Отсутствует возможность использования независимой первоначальной быстрой подстройки по частоте Доплера отдельно от выделения по коду в течение, например, 100 мсек (10 кГц), что позволяет менять несущую частоту каждые 200 мсек (5 кГц).

6. Узкоспециализированный сигнал GPS исключает возможность многофункционального использования и унификации, что снижает возможности по выполнению боевой задачи и разведки.

Проведённый анализ показывает, что использование микросхемы GPS (ГЛОНАСС) не обеспечит в условиях радиопомех эффективной защиты. А это означает, что надо создавать такой алгоритм обработки радиосигнала, который бы был лишён указанных недостатков. Соответственно первым очевидным решением является необходимость переходить на многоуровневый АЦП (например, ad9254 на 14 бит), что позволяет увеличить скорость потока информации с 50 бит/сек до 1 кбит/сек при длительности кода в 1 мсек. Кроме того необходимо использовать тактовый сигнал оцифровки который в 8 раз был бы выше, чем значение промежуточной частоты для выделения сигнала как по синусу, так и по косинусу с учётом возможности подстройки по частоте Доплера внутри ПЛИС (например, АЗРЕ3000L). Пример схемного решения показан на рисунке 7.

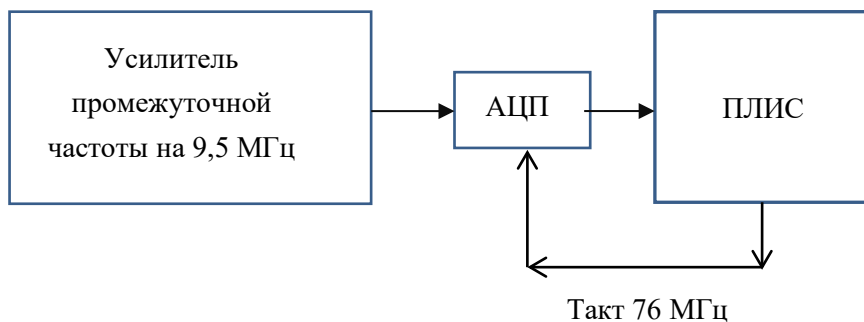


Рис. 7. Вариант выделения ФКМ сигнала с обработкой в ПЛИС полученный в АНО «НТИЦ «ТЕХКОМ»

Необходимо отметить, что внутри микросхемы GPS используется тактовая частота генератора $F_s=200$ МГц для формирования

смещения частоты Доплера на частоте 10 МГц по рисунку 4 и 8.

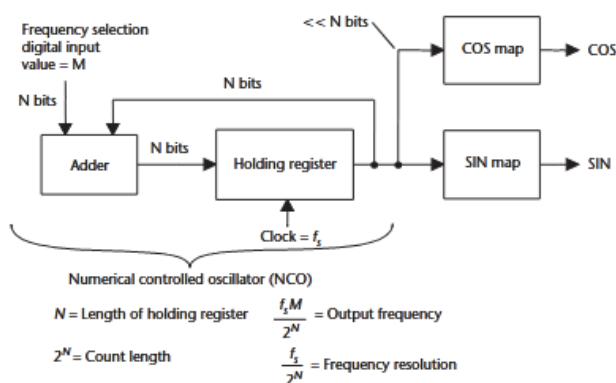


Figure 5.5 Digital frequency synthesizer block diagram.

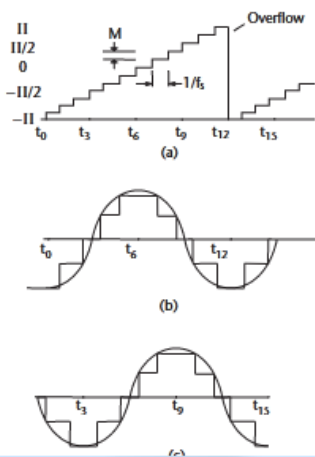


Рис. 8. Принцип формирования сигнала частоты Доплера в системе GPS (ГЛОНАСС)

Понятно, что вариант схемы GPS по рисунку 4 принципиально не позволяет получить отдельную подстройку по частоте Доплера и коду, так как в качестве фильтра используются накопители по коду со сбросом и освобождение от фазы ФКМ сигнала происходит в дискриминаторе после интеграторов со сбросом. То есть, не предусмотрен программный режим освобождения от ФКМ сигнала для первоначальной быстрой подстройки по частоте Доплера, с

разделением каналов по коду и по частоте Доплера. Кроме того, нет режима первоначального определения частоты для выставления параметров пропорционально-интегрирующего звена после дискриминатора, и нет запуска начала подстройки в момент прохождения через ноль сигнала дискриминационной характеристики по рисунку 3 с крутизной обеспечивающей устойчивый режим слежения и максимальным уровнем управляющего сигнала

исключающего срыв сопровождения при помехах. Такие режимы необходимы для быстрой подстройки частоты в течение 100 мксек, что позволяет менять несущую частоту практически через 200 мксек. Одновременно программа, вшитая в ПЛИС по рисунку 7, использует сочетание фильтрации с накоплением и сбросом, и фильтрацию в непрерывном режиме при 76 цифровых звеньях, что позволяет

менять полосу пропускания в достаточно больших пределах с изменением длительности кода накопления. При этом в нашем варианте мы используем внутренний генератор на 152 МГц и возможна передача информации до 3 Мбит/сек. Соответственно было проведено математическое моделирование на ПЛИС по схеме рисунка 7, результаты которого приведены на рисунке 9.

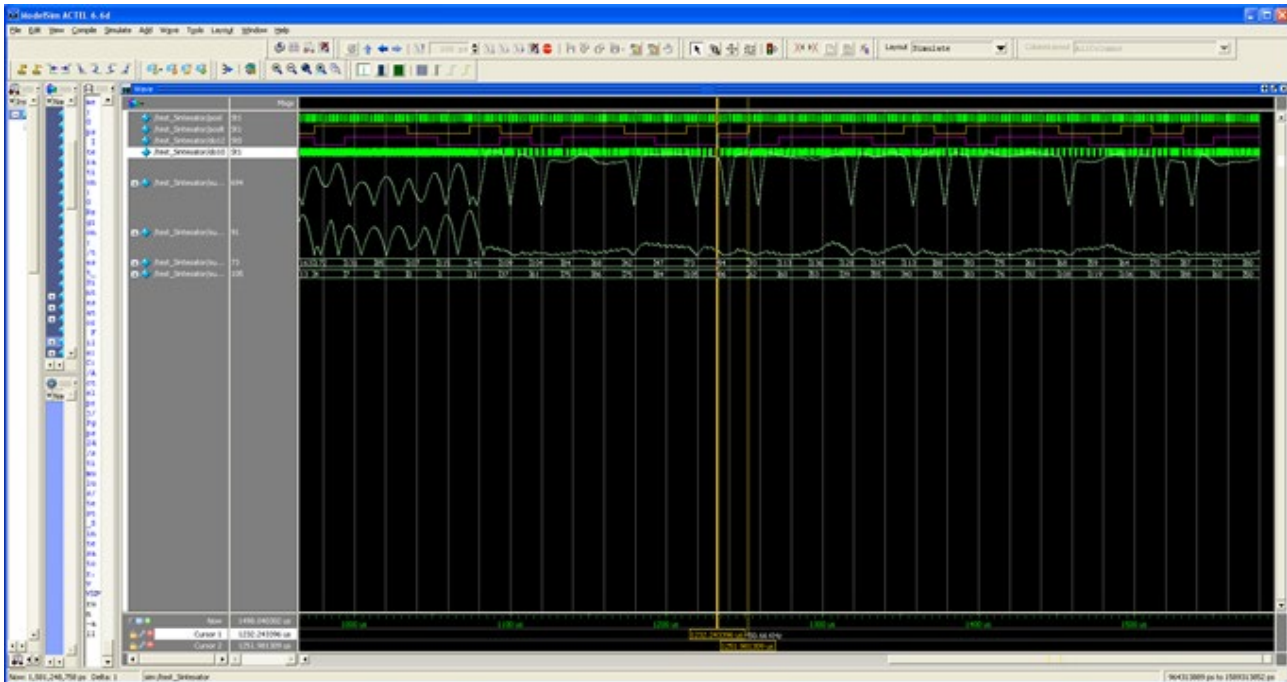


Рис. 9. Диаграмма математической модели режима накопления подобного GPS при доплеровской частоте 32 кГц

На рисунке 9 приведены результаты моделирования на ПЛИС уже с конкретным размещением логических элементов для варианта с балансным модулятором ФАПЧ, выполненной по схеме Костоса внутри ПЛИС, с подстройкой по частоте Доплера равной 32 кГц, и с передачей информации 53,763 кбит/сек на основе нашей программы. Это аналогично скорости передачи потока информации в системе связи Iridium при одновременном обслуживании большого числа пользователей, но с преимуществом за счёт наличия кода как в Globalstar, что даёт многофункциональное использование. Необходимо напомнить, что эквивалентное смещение частоты в область 32 кГц обеспечивает начальное определение частоты в течение 50 мксек, что говорит о необходимости

достижения компромиссного решения, когда с одной стороны для повышения чувствительности необходимо уменьшать полосу пропускания, а с другой стороны желательно обеспечить быструю подстройку за счёт расширения полосы пропускания. При этом было применено кодирование при длительности кода в 62 импульса длительностью символа в 0,3 мксек. Желтый и фиолетовый графики диаграммы отражают входной и выходной коды информации. Белые графики отражают результат цифровой фильтрации в квадратурных каналах. Собственно в этом случае один ретранслятор (РТ) может управлять сразу до 5-10 БПЛА при использовании формата связи аналогичному системе Iridium по рисунку 10.

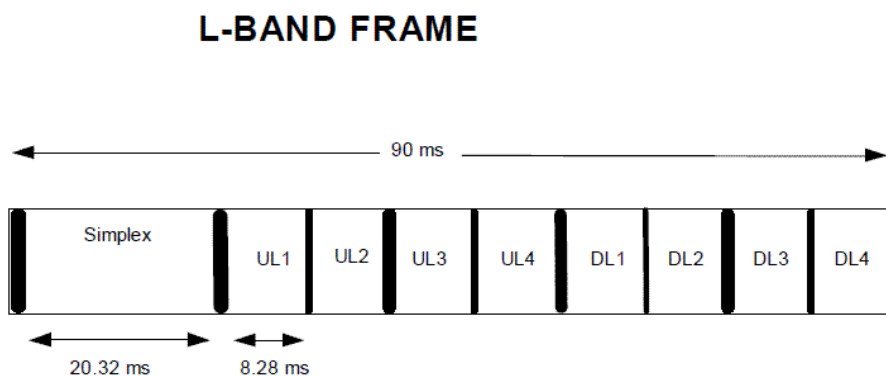


Рис. 10. Формат МДВП – кадра КА Iridium (UL1-UL4 – восходящие каналы, DL1-D4 – нисходящие каналы)

Здесь используется временное разделение на 4 абонентских канала с преамбулой (Simplex) 20,32 мсек, которую мы заменяем на ещё 1 канал связи, так как у нас время подстройки не превышает 100 мксек, с временем на приём и передачу для каждого БПЛА по 8,28 мсек. Это соответствует передаче 414 бит за 0,09 секунды, что составляет поток 4,6 кбит/сек

на каждый из 5 БПЛА. При использовании временного разделения на 10 каналов поток информации для радиоуправления на каждый БПЛА составит 2,3 кбит/сек. Результаты математического моделирования были подтверждены в экспериментальной установке на практике по рисункам 11 и 12.

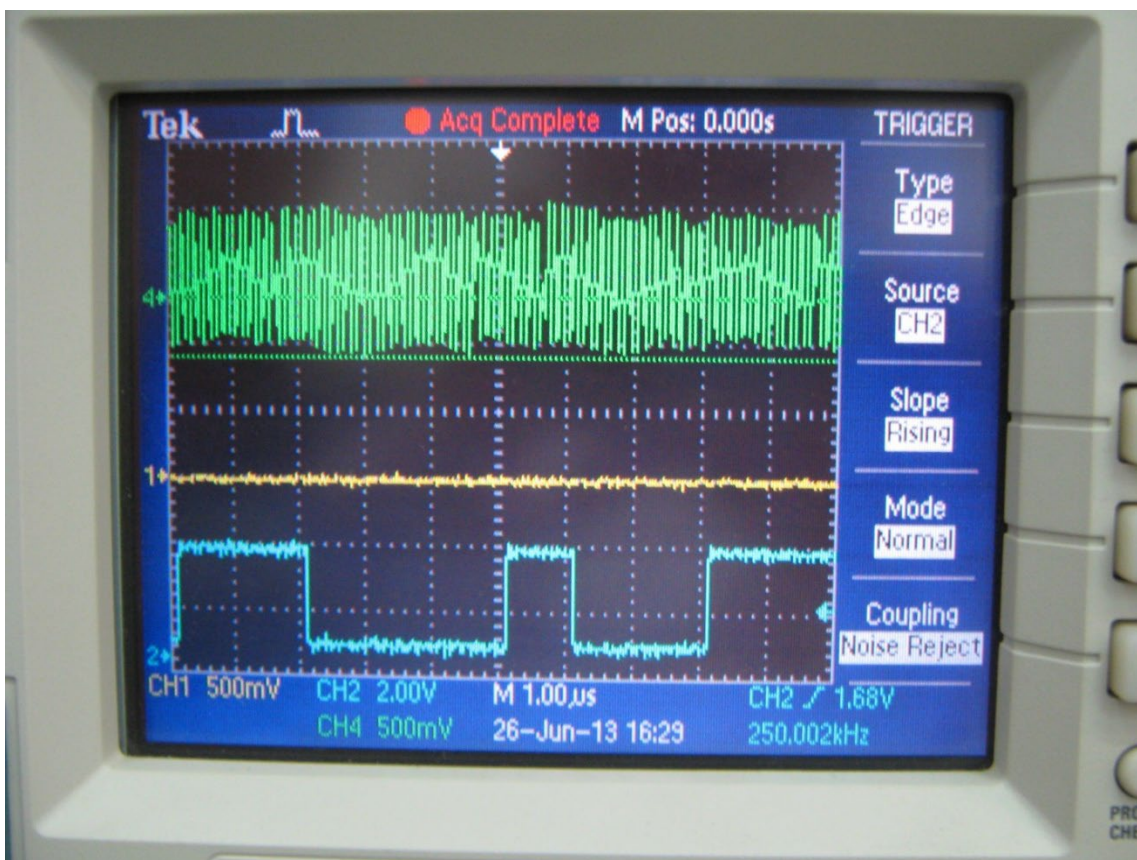


Рис. 11. Практический результат выделения ФКМ радиосигнала с доплеровской частотой 105 кГц при обработке радиосигнала полностью внутри ПЛИС

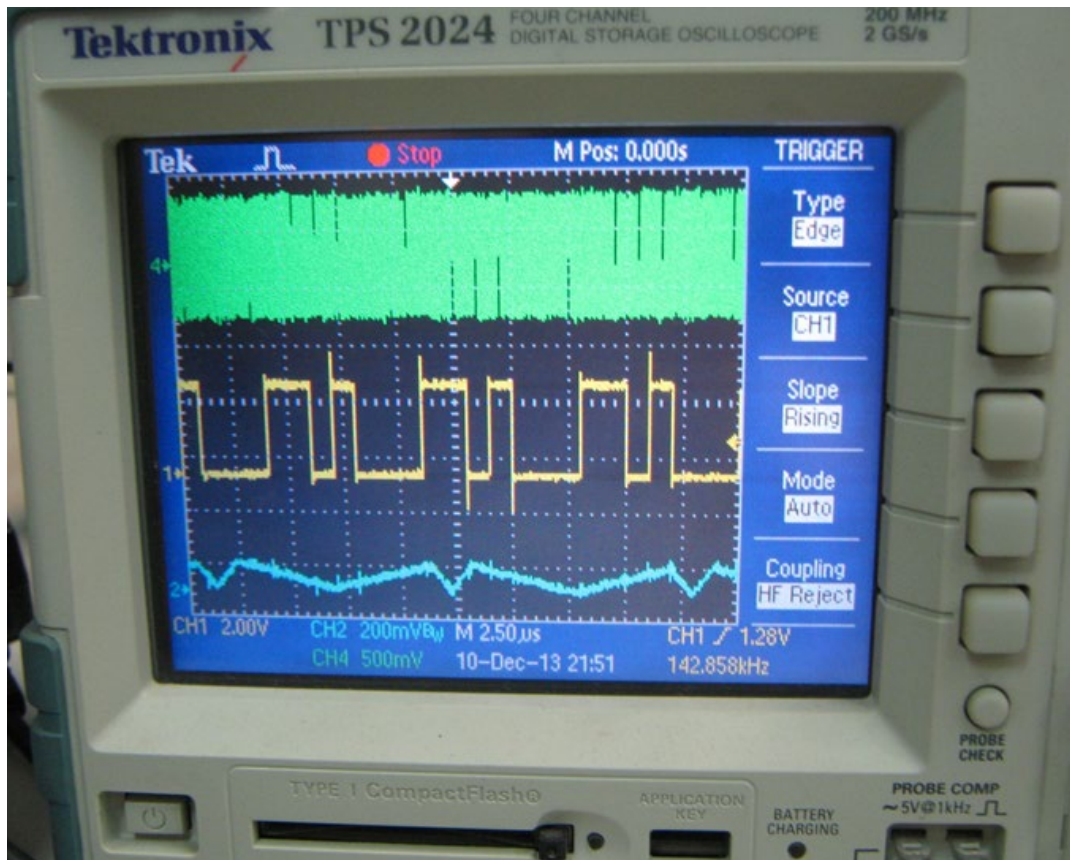


Рис. 12. Практический результат выделения ФКМ радиосигнала с доплеровской частотой на 15 кГц с указанием синим цветом характеристики цифрового фильтра по каналу синуса в виде дискриминационной характеристики по модулю при обработке радиосигнала полностью внутри ПЛИС

Понятно, что данный вариант при схемном решении по рисунку 7 не имеет отличий от схемы GPS, и за счёт программы обеспечивает исключение недостатков микросхемы GPS при скорости передачи кода в 1 Мбит/сек. Однако, использование 3 Мбит/сек не обеспечивает помехоустойчивый режим в 10 Мбит/сек, так как промежуточная частота в 9,5 МГц даёт возможность использовать импульсы только не более

3 Мбит/сек. Таким образом, возникла задача получить помехозащищённый режим со скоростью передачи кода от 10 до 50 Мбит/сек с сохранением преимуществ над режимом GPS полученных по схеме и программе используемой по рисунку 7. В соответствии с этим была предложена функциональная схема со сбросом сигнала на нулевую промежуточную частоту по рисунку 13.

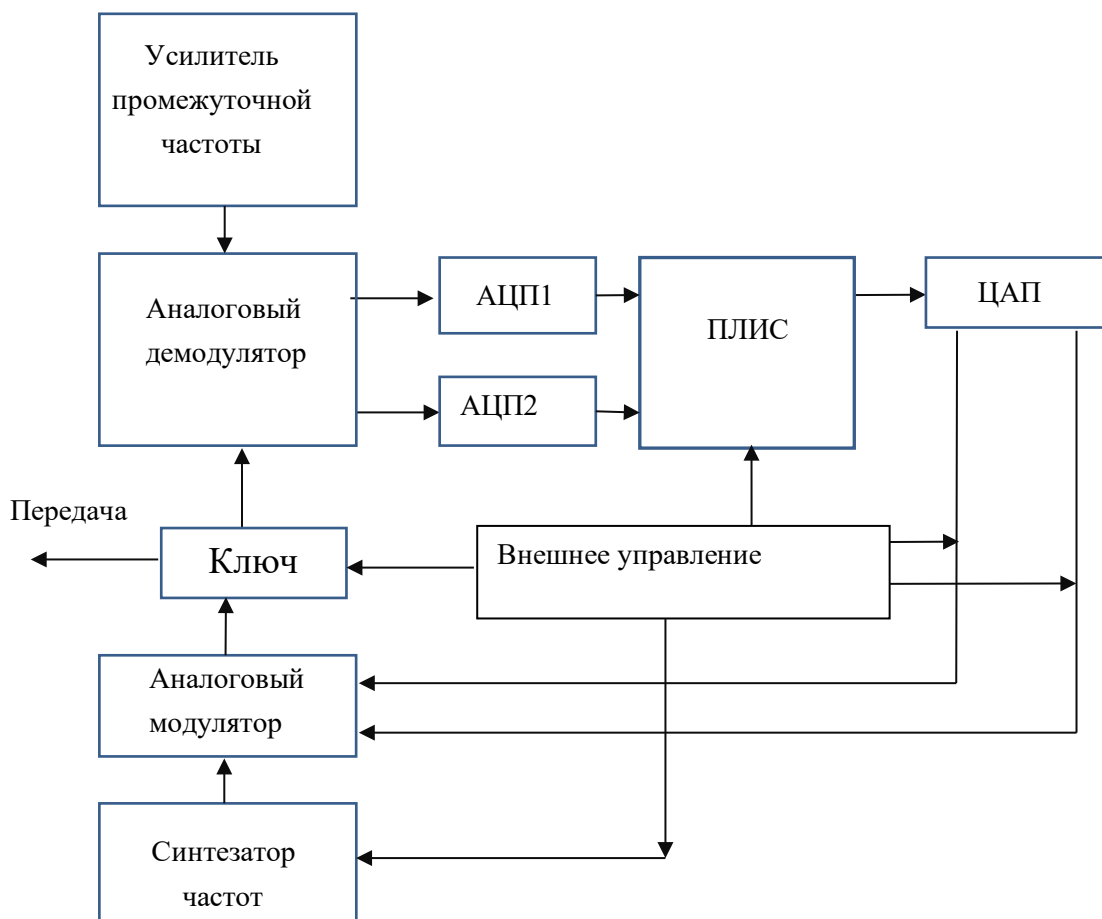


Рис. 13. Функциональное исполнение для реализации способа быстрой цифровой фазовой автоподстройки частоты для оптимальной когерентной обработки радиосигналов

Основу представленной схемы составляет обработка сигнала в программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС). Вся идея когерентной цифровой обработки заложена в дискретизации сигнала по синусу и косинусу с помощью аналого-цифровых преобразователей (АЦП1 и АЦП2), сигналы с выхода которых поступают на ПЛИС. В ПЛИС по программе осуществляется выделение информационного сигнала, и формируются сигналы по сдвигу по доплеровской частоте, которые поступают на цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП, например, ad9761 с передачей 40 Мбит/сек), а с него уже аналоговые сигналы по синусу и косинусу поступают на аналоговый модулятор

(ad8345 с полосой модуляции в 80 МГц и частотой от 140 МГц до 1 ГГц). На второй вход аналогового балансного модулятора поступает сигнал от синтезатора частоты (adf4360-7 с частотой от 350 МГц до 1,8 ГГц или от 175 МГц до 900 МГц). Сигнал на промежуточной частоте с аналогового балансного демодулятора поступает на первый вход аналогового балансного демодулятора (ad8348 с рабочими частотами от 50 МГц до 1 ГГц и полосой пропускания 60 МГц), на второй вход которого поступает сигнал от пользователя через усилитель промежуточной частоты (УПЧ), и тем самым цепь обратной связи ФАПЧ замыкается. На рисунке 14 отображена блок-схема программы в ПЛИС.

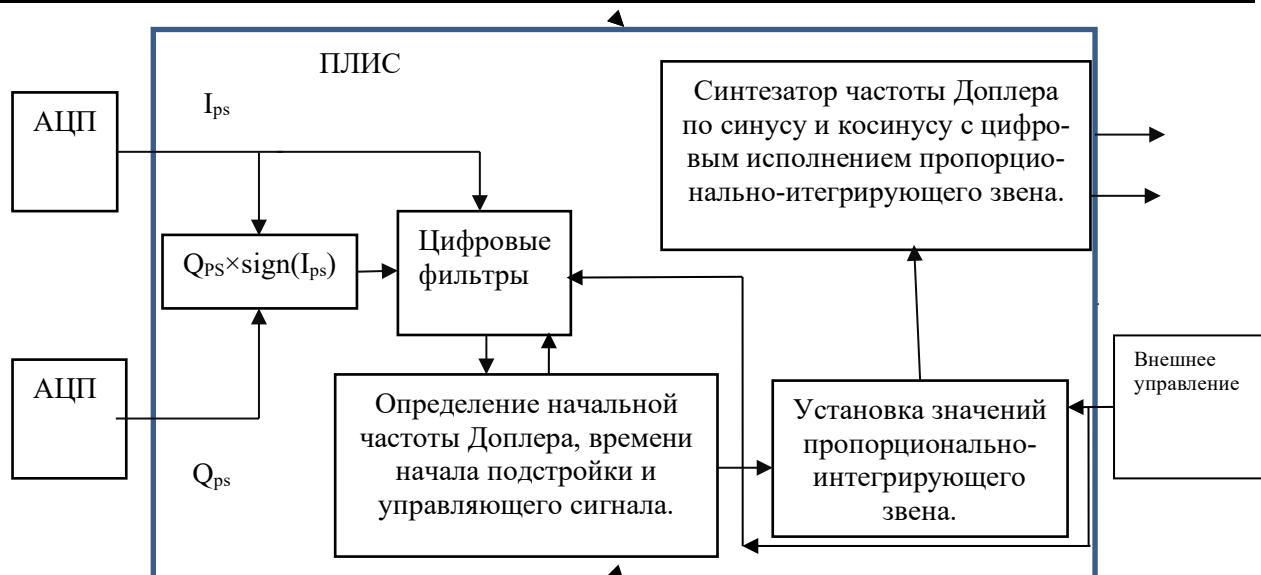


Рис. 14. Блок-схема цифровой обработки в ПЛИС

Основной вопрос здесь связан с выбором частоты дискретизации в АЦП и ПЛИС с получением максимального потока информации за короткое время для обеспечения помехозащищённости. Соответственно, при высоком потоке информации требуется высокая тактовая частота, по теореме Котельникова, когда на один бит информации должно приходиться как минимум два такта. Но, если выбрать значение частоты достаточно высокой, то возрастает энергетическое потребление в квадрате в зависимости от частоты. Поэтому выбор частоты дискретизации должен быть оптимальным и удовлетворять потоку передаваемой и принимаемой информации в соответствии с требованиями радиуправления и допустимой чувствительности. Если учитывать многофункциональное использование микросхемы с унификацией, то исходя из современных требований скорость передачи, например, для Starlink составляет от 50 до 150 Мбит/сек [5]. Собственно накопление кода будет превосходить накопление в помехозащищённом режиме GPS в 5 - 15 раз. И это можно использовать для сокращения времени передачи, отводимое на радиуправление с использованием повышения мощности в импульсном режиме РТ при сохранении средней мощности или для увеличения количества обслуживаемых одновременно БПЛА. Иными словами цели улучшения помехозащищённости для радиуправления и для передачи сигнала в системе связи Starlink за счёт сокращения длительности символа кода или информации совпадают. Это обеспечивает унификацию и экономически выгодно.

Так как, с учётом теоремы Котельникова на каждый бит информации должно приходиться как минимум два тактовых импульса по дискретизации, то это означает, что частота дискретизации должна лежать в пределах от 100 МГц до 300 МГц. Соответственно обработка сигнала на тактовой частоте 300 МГц, в случае многоразрядного АЦП, что необходимо для исключения подавления слабого сигнала сильным сигналом, представляет существенные трудности и не обеспечивает цифровую фильтрацию в ПЛИС как это предлагается по рисунку 7. Кроме того, обработка сигнала в ПЛИС на частоте 300 МГц приводит к проблеме синхронизации и выделяемой памяти для логических элементов, так как чем выше тактовая частота, тем больше требуется цифровых звеньев из логических элементов, чтобы добиться той же самой полосы пропускания как в случае меньшей тактовой частоты. Конечно, проблему потока информации в 150 Мбит/сек можно решить, используя излучение сразу по трём параллельным каналам, разнесённых на полосу частот, но многочастотный режим излучения приводит к необходимости использования в усилителях мощности режима класса «А», то есть линейного режима с уменьшением коэффициента полезного действия (к.п.д.) до 30-48%, поэтому более выгодно использовать одночастотный режим класса «В», с к.п.д. до 78% [6], что снижает энергопотребление в 1,625 раз. При этом для достижения необходимого потока информации в 150 Мбит/сек лучше использовать режим QAM, который при полосе в 50 МГц обеспечивает в 3 раза больший поток

информации, а значит и накопления, за счёт применения фазовой манипуляции на 90° (QPSK) в сочетании с амплитудной модуляцией (AM). Это практически приводит к исключению выделения такого псевдощумового сигнала радиоуправления радиоэлектронной разведкой.

Однако, в теореме Котельникова не учитывается то, что тактовый импульс имеет конечные размеры и соответственно возникает вариант, когда фронт бита информации находится в момент наличия тактового импульса. Это приводит к неоднозначности по возможности выделения бита информации из-за искажений. Чтобы решить указанную проблему, необходимо увеличить количество тактовых

импульсов дискретизации в бите информации с двух до 3 и более. Но при этом должна возрасти и частота дискретизации, и при потоке в 150 Мбит/сек она будет определяться уже величиной в 450 МГц. Это приводит к ещё более значительному росту энергетических потерь, поэтому необходимо искать компромиссное решение. Для математического моделирования, опираясь на разрешённые максимальные полосы государственным комитетом по радиочастотам (ГКРЧ), мы выберем по таблице, допустимую полосу в 38 МГц с учётом использования ЦАП AD9761 и с получением потока информации до 40 Мбит/сек.

Таблица

Выделенный диапазон частот коммерческим фирмам

Оператор	Режим	Диапазон (band)	Частоты, МГц
Скартел	FDD	7	2500—2530 / 2620—2650
МегаФон	FDD	20	847—854,5 / 806—813,5
	FDD	7	2530—2540 / 2650—2660
ВымпелКом	TDD	38	2570—2595
	FDD	20	854,5-862 / 813,5-821
МТС	FDD	7	2550—2560 / 2670—2680
	FDD	20	839,5-847 / 798,5—806
Ростелеком	FDD	7	2540—2550 / 2660—2670
	TDD	38	2595—2620
Основа Телеком	FDD	20	832—839,5 / 791—798,5
	FDD	7	2560—2570 / 2680—2690
Основа Телеком	TDD	40	2300—2400

Отметим, что переход на скорость передачи в 150 Мбит/сек (у нас это в режиме QAM) как в Starlink с выполнением в программном виде для обработки радиосигнала через математическое моделирование не представляет трудности, если код ФКМ подавать не через ЦАП (AD9761), а через внешнее управление. То есть, в этом случае нельзя сформировать смещение по частоте одновременно с кодом информации, что может потребоваться при несущих частотах больше 10 ГГц. Приём потока в 50 Мбит/сек с обработкой сигнала в ПЛИС (АЗРЕ3000L) возможен при оптимальной расстановке логических элементов в ПЛИС с учётом задержек. При этом при приёме сигнала радиоуправления в АЦП и ПЛИС при обработке сигнала в 50 Мбит/сек возрастут энергетические потери. Напомним, что тактовая частота в микросхеме GPS составляет 200 МГц, поэтому использование в ПЛИС тактовой частоты в 150

МГц вполне допустимо. Соответственно плюсом здесь будет возрастание точности начального определения сдвига по частоте и соответственно решается вопрос многофункциональности. Собственно, в части унификации такой блок радиоуправления по рисунку 13 можно также использовать для передачи изображения от БПЛА на ретранслятор за счёт того, что у нас в ПЛИС используется предварительная цифровая фильтрация, дающая полосу в 6,25 МГц при такте дискретизации в 150 МГц. Иными словами от РТ к БПЛА может приходить сигнал радиоуправления, а обратно от БПЛА к РТ поступать необходимое оптическое изображение. Это становится возможным за счёт сокращения времени отводимого для радиоуправления за счёт повышения скорости передачи информации с 50 бит/сек по схеме GPS (ГЛОНАСС) до 50 Мбит/сек по схеме по рисунку 13. Однако сокращение длительности символа с

соблюдением нахождения в символе до трёх тактов от частоты дискретизации, при разбиении в дальнейшем на три параллельных канала

обработки для сокращения энергетических потерь, влияет на биты информации в каждом из трёх каналов как это видно на рисунке 15.

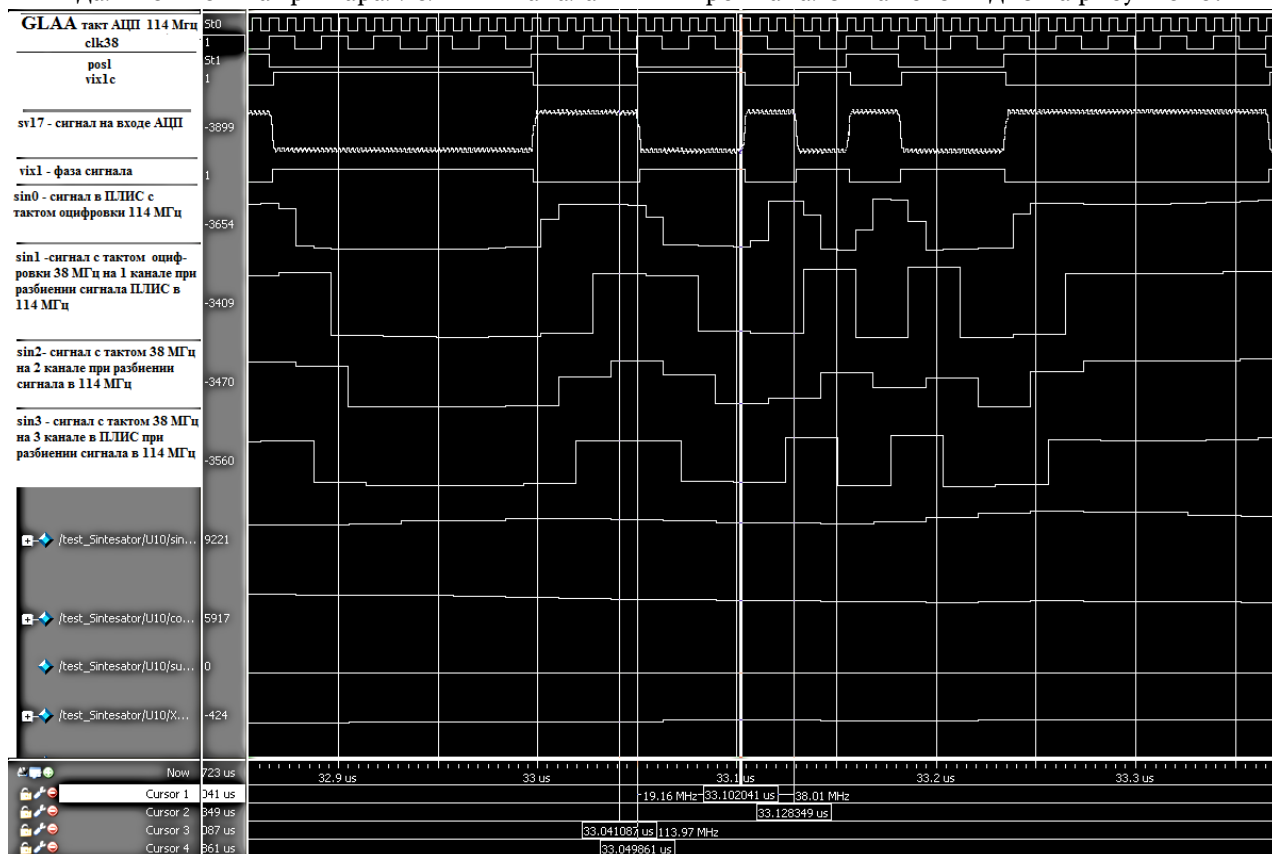


Рис. 15. Результаты математического моделирования с целью выявления ошибки за счёт дискретизации

Здесь тактовая частота (GLAA) порядка 114 МГц, с балансного демодулятора поступает сигнал sv17 на АЦП с модуляцией по ФКМ информации pos1. С АЦП сигнал sv17 считывается с тактом в 114 МГц и поступает в ПЛИС в виде сигнала sin0. Далее сигнал sin0 для получения синхронного такта считывания побитно информации в 38 Мбит/сек разбивается на три канала с тактами по 38 МГц sin1, sin2, sin3 со сдвигом между каналами на такт в 114 МГц. Такое деление на три канала позволяет снизить энергетические потери, которые были бы при обработке на частоте в 114 МГц, упростить соблюдение задержек между логическими элементами и уменьшить количество звеньев для цифровой фильтрации. Кроме того, разделение по трём каналам с тактами в 38 МГц и сдвигом по времени между каналами на такт в 114 МГц

позволяет исключить ошибки от дискретизации по рисунку 15. Действительно, из рисунка 15 мы видим, что искажение информации в сигнале sin2 связано с дискретизацией. Поэтому решение о достоверности бита информации должно приниматься на основе фазы по трём битам, где истина будет определяться одинаковой фазой хотя бы по двум тактам. Но это не все проблемы связанные с сокращением количества тактов дискретизации на бит информации для увеличения потока информации. Понятно, что выборки по тактам дискретизации используются в дальнейшем для определения сдвига по частоте Доплера, и искажённые выборки дают ошибки. Более наглядно ошибка дискретизации с учётом сдвига по частоте Доплера видна на рисунках 16,17.

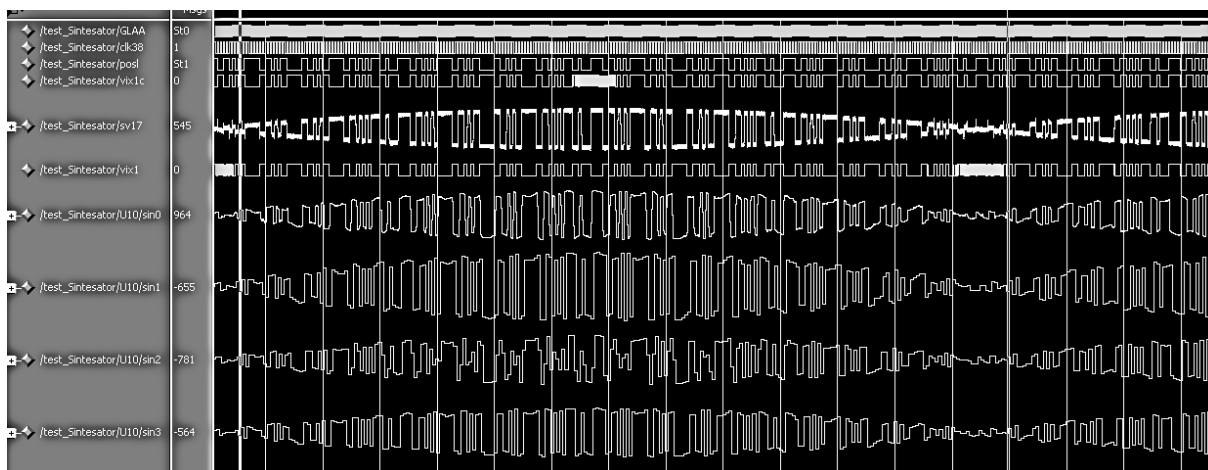


Рис. 16. Ошибки из-за дискретизации с учётом сдвига по частоте Доплера после АЦП до фильтрации

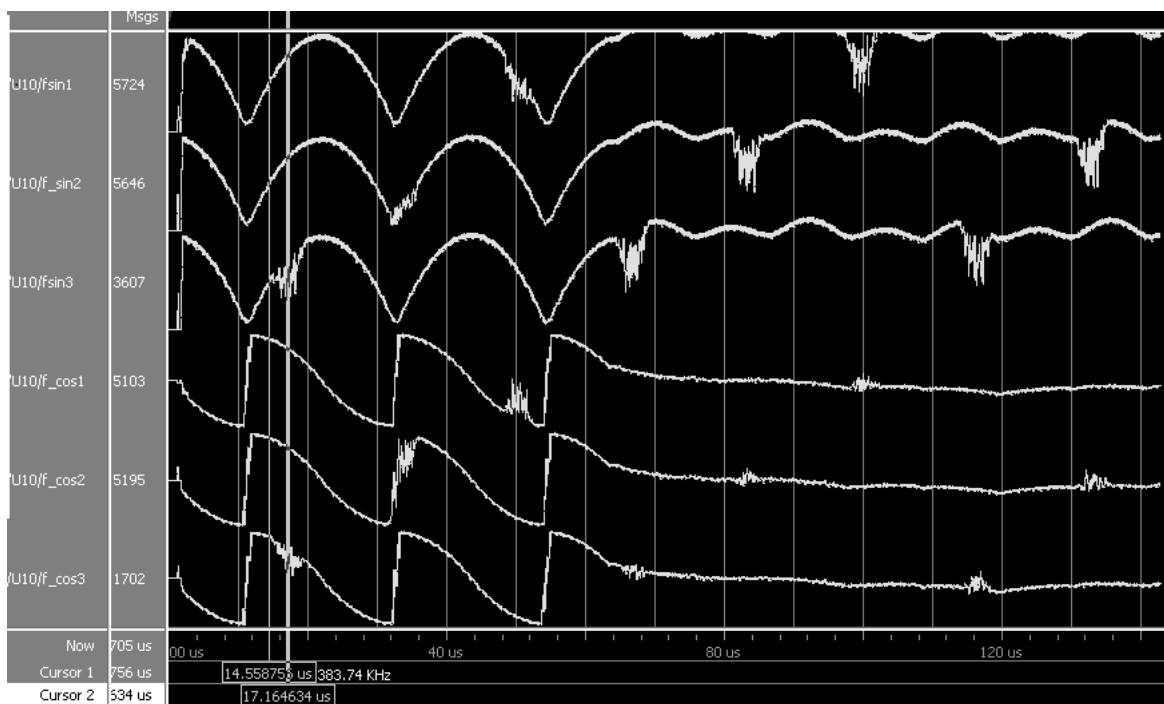


Рис. 17. Влияние ошибок, связанных с дискретизацией сигнала на подстройку ФАПЧ при предварительной фильтрации

Таким образом, мы видим, что ошибка дискретизации влияет не только на ошибки по выделению информации, но здесь есть также искажения, которые влияют на определение частоты Доплера, а также на дальнейшую когерентную подстройку. Данное математическое моделирование показано при высоком отношении сигнал/шум, но и даже в этом случае есть опасность срыва из режима сопровождения, в силу того, что сигнал по каналу выделения информации окажется ниже сигнала слежения по дискриминационной характеристике, что было замечено на практике и давало выход из полосы захвата.

Понятно, что самый простой метод исключения ошибок от дискретизации это увеличение количества тактов приходящихся на один

бит информации, однако это связано с повышением тактовой частоты для поддержания такого же потока информации, что требует больших энергетических затрат. Поэтому при трёх тактах на бит информации предлагается способ исключения ошибок дискретизации на одной выборке за счёт достоверной информации от двух других тактов, содержащихся в бите информации при выделении частоты Доплера. Данный подход вполне приемлем, так как определяемая частота дискриминационной характеристики для быстрой фазовой подстройки в течение 100 мксек при частоте Доплера в 25 ГГц не превышает 100 кГц, в то время как выделяемый поток информации имеет полосу в 38 МГц и более. Это означает, что отношение сигнал/шум должно соответствовать

приёму сигнала в полосе информации, а в полосе частот Доплера мы будем иметь отношение сигнал/шум в 380 раз выше. По формуле (7) мы для ретранслятора (РТ) предполагали мощность передатчика в 3,2 Вт и коэффициент усиления антенны РТ при 4-х патч в 14,5 дБ (28,18). При этом мы получили, что возможен приём сигнала в полосе 2,5 МГц на дальности в 400 км с вероятностью ошибки в 10^{-7} . Чтобы передавать сигнал радиопередачи в полосе 38 МГц в режиме QAM (114 Мбит/сек) нам необходимо поднять энергетический потенциал РТ в 45 раз. Это можно сделать за счёт увеличения площади приёмной антенны РТ в 4 раза (6 дБ), что даст коэффициент усиления антенны в 20,5 дБ. При этом мы будем иметь 16 патч вместо 4-х патч с площадью антенны 42 см × 42 см. Соответственно в 4 раза увеличится и количество усилителей мощности. И если общая выходная мощность от усилителей ретранслятора составит 46 Вт (16 усилителей мощности по 2,8 Вт), то мы будем иметь необходимый энергетический потенциал для полосы в 38 МГц. Отсюда, если мы можем обеспечить выделение сигнала в полосе 38 МГц с вероятностью 10^{-7} , то достоверность информации по тактам при определении сдвига по частоте Доплера даже в полосе 2,5 МГц будет практически равна единице. Следует отметить, что например, усилитель мощности AP561-F в полосе от 0,7 ГГц до 2,9 ГГц может обеспечить до 8 Вт. Это даст необходимый энергетический потенциал и для полосы в 50 МГц. Особенно это важно для использования схемы по рисунку 13 в многофункциональном режиме, например, для БПЛА важно знать высоту при полёте на малых высотах. Импульс в 0,02 мксек (50 МГц) обеспечивает разрешающую способность в 3 метра, но с учётом амплитуды по тактам дискретизации в 150 МГц при разделении на 3 потока по тактам в 50 МГц и сдвигом между 3-мя потоками на такт в 150 МГц при накоплении можно получить точность в 1 м. Кроме того при массивном применении БПЛА (а это наиболее предпочтительный вариант при прорыве ПВО противника) сигнал радиопередачи может передаваться на ретранслятор из БПЛА последующих порядков, и если исходить из мощности в 8 Вт и коэффициенте усиления антенн БПЛА в 3 дБ, то передача сигнала радиопередачи при тех же параметрах полосы по формуле (7) может осуществляться на дальности в 168 км. Можно также отметить, что от передних БПЛА, по последующей цепочке из БПЛА, может передаваться на

ретранслятор и картинка оптического изображения или изображение в другом диапазоне частот. Данный диапазон частот усилителя мощности AP561-F также предпочтителен и для других случаев многофункционального использования, что показано в [7].

Как мы отмечали ранее [3] для обеспечения быстрой ФАПЧ необходимо иметь точное определение частоты Доплера, что позволяет выставить время подстройки в ноль дискриминационной характеристики с учётом выявленного значения частоты, то есть отношение сигнал/шум должно быть выше, чем это необходимо для выделения потока информации для радиопередачи. С этой целью необходимо снизить влияние шумов, для чего используется предварительная фильтрация по каждому из трёх тактов. Далее используется сравнение амплитуд сигналов по тактам после предварительной фильтрации. Если исходить из выделения потока информации в 38 Мбит/сек, а также при использовании кодовых последовательностей с такой скоростью, то полосу пропускания при предварительной фильтрации желательно иметь в 8-16 раз ниже, и это обеспечит достоверность исключения тактовых выборок с ошибками. Напомним, что в случае использования большего количества тактовых сигналов на бит информации как в системе GPS, например, когда в бите информации находится 10 и более тактов, с понижением скорости передачи информации до 1 Мбит/сек и менее, влияние дискретизации на определение сдвига по частоте Доплера практически сводится к нулю. Однако, в этом случае ухудшается помехозащищённость, для чего в GPS используется сигнал в 10 Мбит/сек. С учётом сказанного, для исключения влияния дискретизации и снижения влияния шумов на определение сдвига по частоте Доплера, мы используем следующие действия [8]:

1. Частота дискретизации выборок выбирается выше в 3 раза по сравнению со скоростью потока информации.
2. Входной поток с тактом дискретизации, например, от 100 до 150 МГц, разбивается на три потока с тактом выборок меньше, чем частота дискретизации в АЦП в 3 раза для выделения такта с ошибкой от дискретизации, и сдвигом между потоками на частоту дискретизации.
3. Для исключения влияния потока информации на определение сдвига по частоте Доплера используется её удаление за счёт

логической операции «XOR» на основе фаз сигналов по каналу косинуса и синуса (на языке программирования Verilog данная операция обозначена «фаза сигнала синуса \wedge фаза сигнала косинуса»).

4. Используется предварительная цифровая фильтрация на основе 8-10 тактов для улучшения отношения сигнал/шум перед операцией сравнения сигналов по всем трём параллельным каналам по синусу и косинусу. Такая фильтрация позволяет обеспечивать приём аналоговых телевизионных изображений, а также обеспечивает подстройку по частоте Доплера для несущих частот в 20 ГГц и более.

5. Далее проводится сравнение сигналов по трём параллельным каналам как по синусу, так и по косинусу в отдельности и по амплитуде, и по фазе, и осуществляется выбор того сигнала из трёх, который обеспечивает наименьшее значение по амплитуде в данный момент времени с учётом фазы.

6. Исключаем дребезг по фазе, используя накопление изменения фазы в течение несколько тактов с постоянством фазы, аналогично [9].

7. Проводим начальное определение частоты на основе подсчёта количества тактов в течение положительного и отрицательного полупериода дискриминационной характеристики.

8. Определяем момент включения петли обратной связи ФАПЧ по моментам перескока фаз дискриминационной характеристики во время подсчёта тактов с учётом задержек на фильтрацию.

9. Формируем сужение полосы фильтров исходя из снижения колебаний по амплитуде в канале наличия дискриминационной характеристики с целью обеспечения улучшения отношения сигнал/шум.

Результаты такого выбора по пунктам 1-5 приведены на рисунках 18, 19.

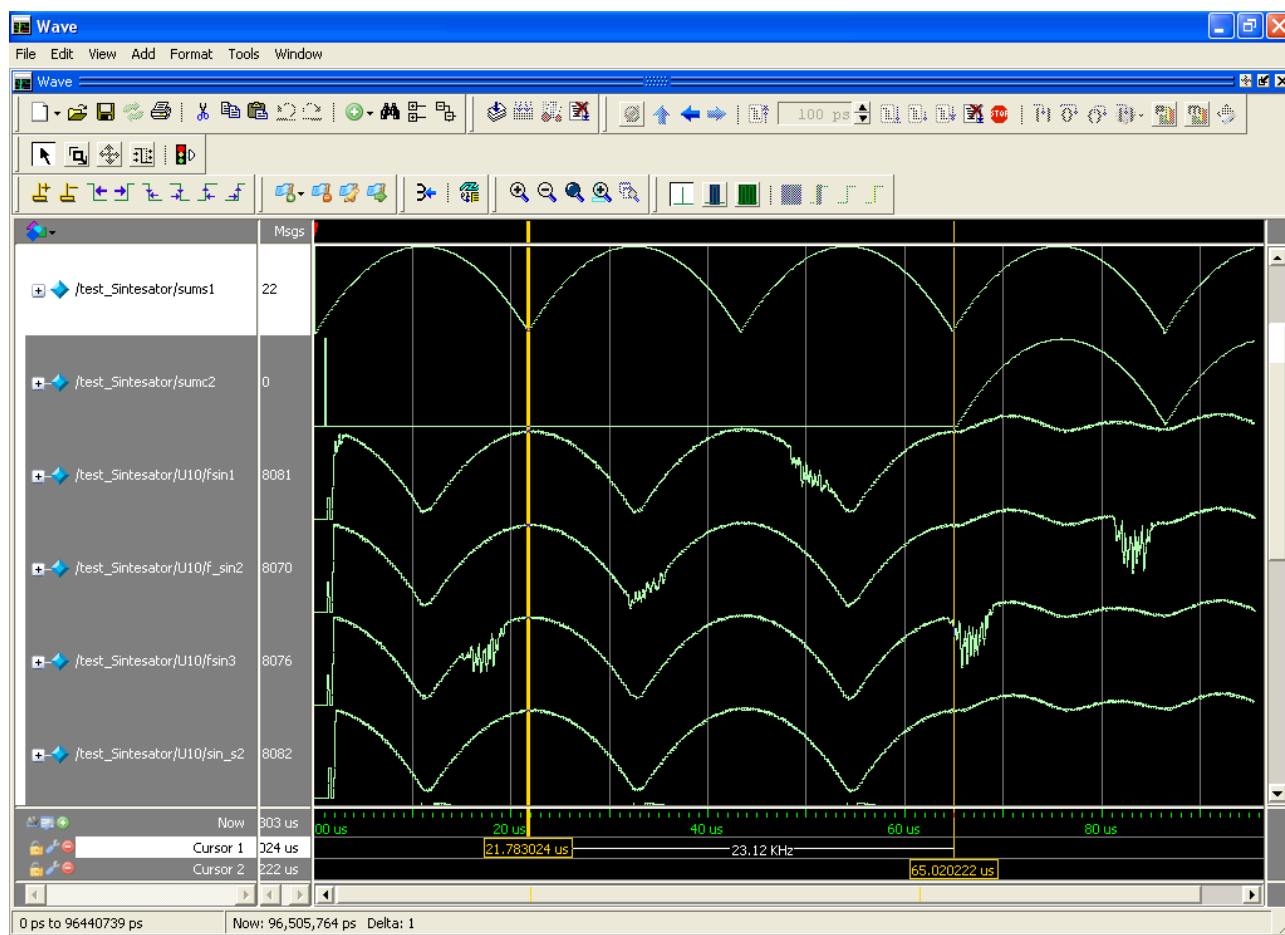


Рис. 18. Результат математического моделирования при удалении ошибки дискретизации по каналу синуса (sin_s2)

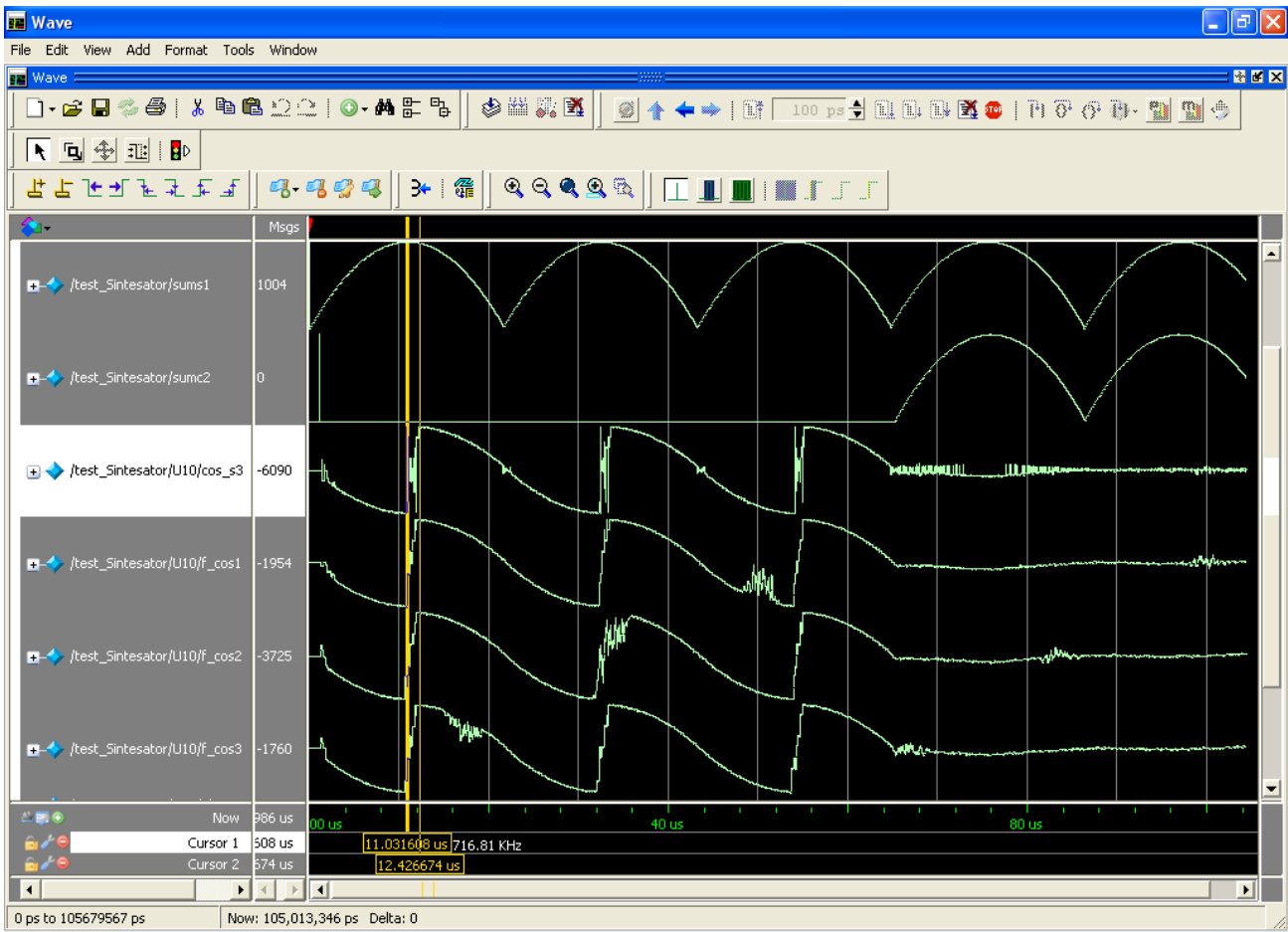


Рис. 19. Результат математического моделирования при удалении ошибки дискретизации по каналу косинуса (cos_s3)

Из рисунка 19 видно, что в районе нуля по дискриминационной характеристике наблюдается «дребезг» по фазе, что исключается в

нашем случае по программе, представленной на рисунке 20.

```

2758 //счётчик_используется для увеличения просечек в sumfas на 4 такта это 9,5 Мгц
2759 assign GPWc[0]= (~clkwc[3] & (clkwc[0] & 1'b1));
2760 assign clkwc[0]= (~GPWc[0] & (~clkwc[3] & (clkwc[0] ^ 1'b1)));
2761 assign GPWc[1]= ~clkwc[3] & clkwc[1] & GPWc[0];
2762 assign clkwc[1]= (~GPWc[1] & (~clkwc[3] & clkwc[1] ^ GPWc[0]));
2763 assign GPWc[2]= ~clkwc[3] & clkwc[2] & GPWc[1];
2764 assign clkwc[2]= (~GPWc[2] & (~clkwc[3] & clkwc[2] ^ GPWc[1]));
2765 assign GPWc[3]= ~clkwc[3] & clkwc[3] & GPWc[2];
2766 assign clkwc[3]= (~GPWc[3] & (~clkwc[3] & clkwc[3] ^ GPWc[2]));
2767
2768 always @ (posedge res or posedge clk3)
2769   if (res)
2770     begin
2771       clkwc <= 0;
2772       end
2773     else
2774       begin
2775         clkwc[0] <= ~ clkwc[3] & clkwc[0];
2776         clkwc[1] <= ~ clkwc[3] & clkwc[1];
2777         clkwc[2] <= ~ clkwc[3] & clkwc[2];
2778         clkwc[3] <= ~ clkwc[3] & clkwc[3];
2779         clklpca<=clkwc[2];
2780       end
2781   assign clklpda=(clklpca^clkwc[2]);
2782   always @ (posedge res or posedge clk3)
2783     if (res) PSPD1<=0;else PSPD1<=(clklpda&sumfas||~clklpda&PSPD1);
2784   assign PSPDA=PSPD1 & sumfas;
2785   assign PSPDO=PSPD1 || sumfas;
2786   assign PSP_1=PSPDA & ~(sumfas);
2787   assign PSP_2=PSPDO & sumfas;
2788   assign PSPD=PSP_1 || PSP_2;
2789   always @ (posedge res or posedge clk3)
2790     if (res) sumfas<=0;
2791     else sumfas<=(clklpda&PSPD1||~clklpda&sumfas);
2792
    
```

Рис. 20. Программа на языке Verilog для исключения дребезга по фазе по аналогии с [9]

В результате мы получаем после предварительной фильтрации значения по каналу косинуса для обеспечения подстройки без дребезга по фазе, что позволяет определять значение частоты по количеству тактов, и это видно по сигналам *sumfas* и *cos_s3* (рисунок 21). Это практически обеспечивает уже на этапе

предварительной фильтрации подстройку по частоте Доплера за 100 мксек с наличием сдвига вплоть до нескольких мегагерц при потоке информации 30 - 150 Мбит/сек с выставлением в ноль дискриминационной характеристики для быстрой ФАПЧ.

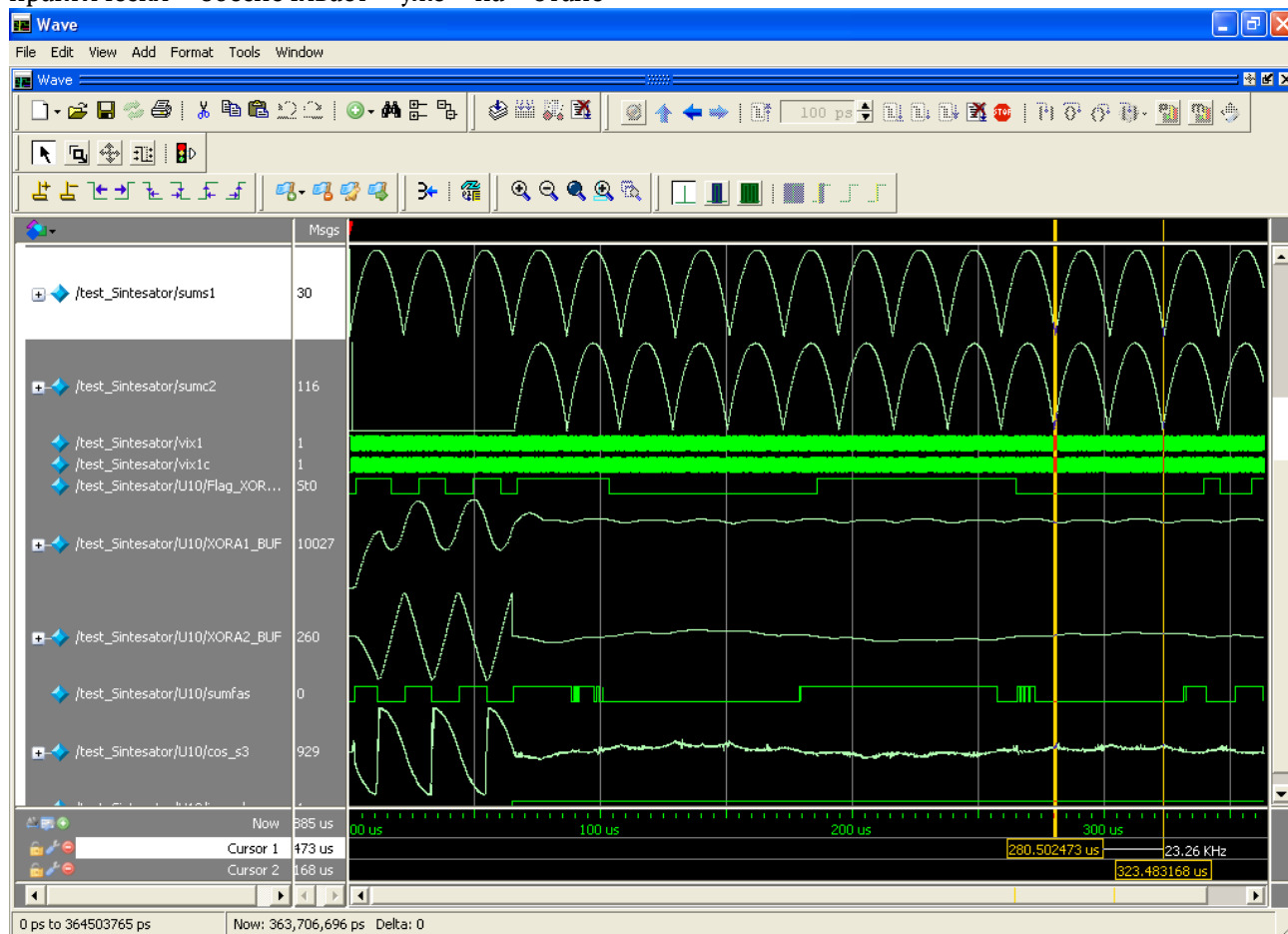


Рис. 21. Подстройка по частоте Доплера при сдвиге на 23,26 кГц с полосой фильтрации в 100 кГц при определении начальной частоты по количеству тактов

Сигналы *XORA1_BUF* и *XORA2_BUF* отражают фильтрацию по каналу синуса и косинуса при полосе в 100 кГц, что используется для ФАПЧ.

Таким образом, видно, что вариант по схеме рисунка 13 с учётом программного продукта разработанного в АНО «НТИЦ «ТЕХКОМ» исключает недостатки низкой помехозащищённости в других схемных решениях с учётом оптимизации радиотехнических параметров как по частоте дискретизации, по скорости передачи сигнала радиуправления, по обработке по программе внутри ПЛИС и обеспечивает многофункциональное использование. Собственно это известное техническое решение обеспечивает микромодульное исполнение, а использование ПЛИС внутри этого модуля позволяет изменять «вшиваемые» программы в

зависимости от комплекса решаемых задач и от вида принимаемого сигнала. Такая унификация с переходом на массовое производство, что может быть связано с производством мобильных устройств коммерческой сотовой связи, так и спутниковой связи, обеспечит низкую себестоимость микромодуля. При этом требуемая технология по созданию микросхем не требует исполнения в 20-28 нм, а может быть использована технология в 90 нм. Рассматриваемая нами элементная база имеет 15-летнюю давность. Соответственно в АНО «НТИЦ «ТЕХКОМ» было проведено математическое моделирование с получением экспериментального образца по исполнению заявленных характеристик. Результаты этого моделирования мы ниже приводим.

На рисунке 21 мы показали результаты математического моделирования для сдвига по частоте Доплера в 23 кГц с фильтрацией в полосе 100 кГц. При этом время подстройки по

частоте Доплера меньше чем 100 мксек. На рисунке 22 показано выделение потока информации в 38 Мбит/сек при частоте Доплера в 23 кГц.

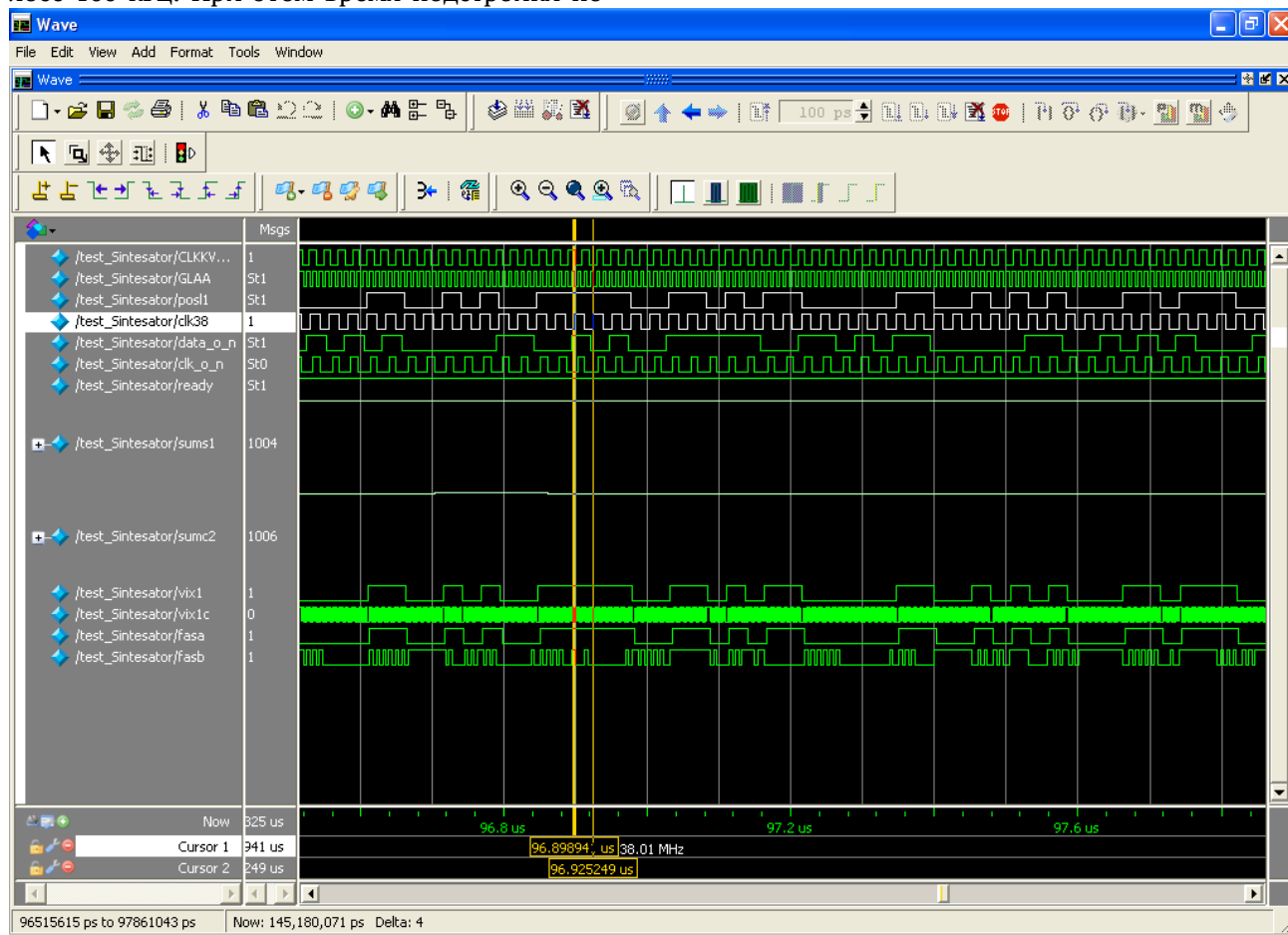


Рис. 22. Выделение информации уже при 100 мксек после начала подстройки

Здесь белым цветом отображён излучаемый сигнал и его такт, а зелёным цветом выделенный сигнал с его тактом синхронизации. Такая подстройка по частоте в 100 мксек позволяет сократить преамбулу в режиме QAM с получением скорости передачи информации от 114 до 150 Мбит/сек. Действительно, первоначально для запуска режима QAM надо вначале в режиме BPSK обеспечить подстройку по частоте Доплера. Далее можно перейти на режим QAM

и использовать подстройку на основе сравнения амплитуд сигналов по каналам синуса и косинуса. В том канале, где амплитуда сигнала меньше, так как первоначальная подстройка уже осуществлена, это значение может быть использовано для формирования слежения по дискриминационной характеристике. Данный режим был осуществлён в математической модели и его реализация при потоке информации в 114 Мбит/сек показана на рисунке 23.

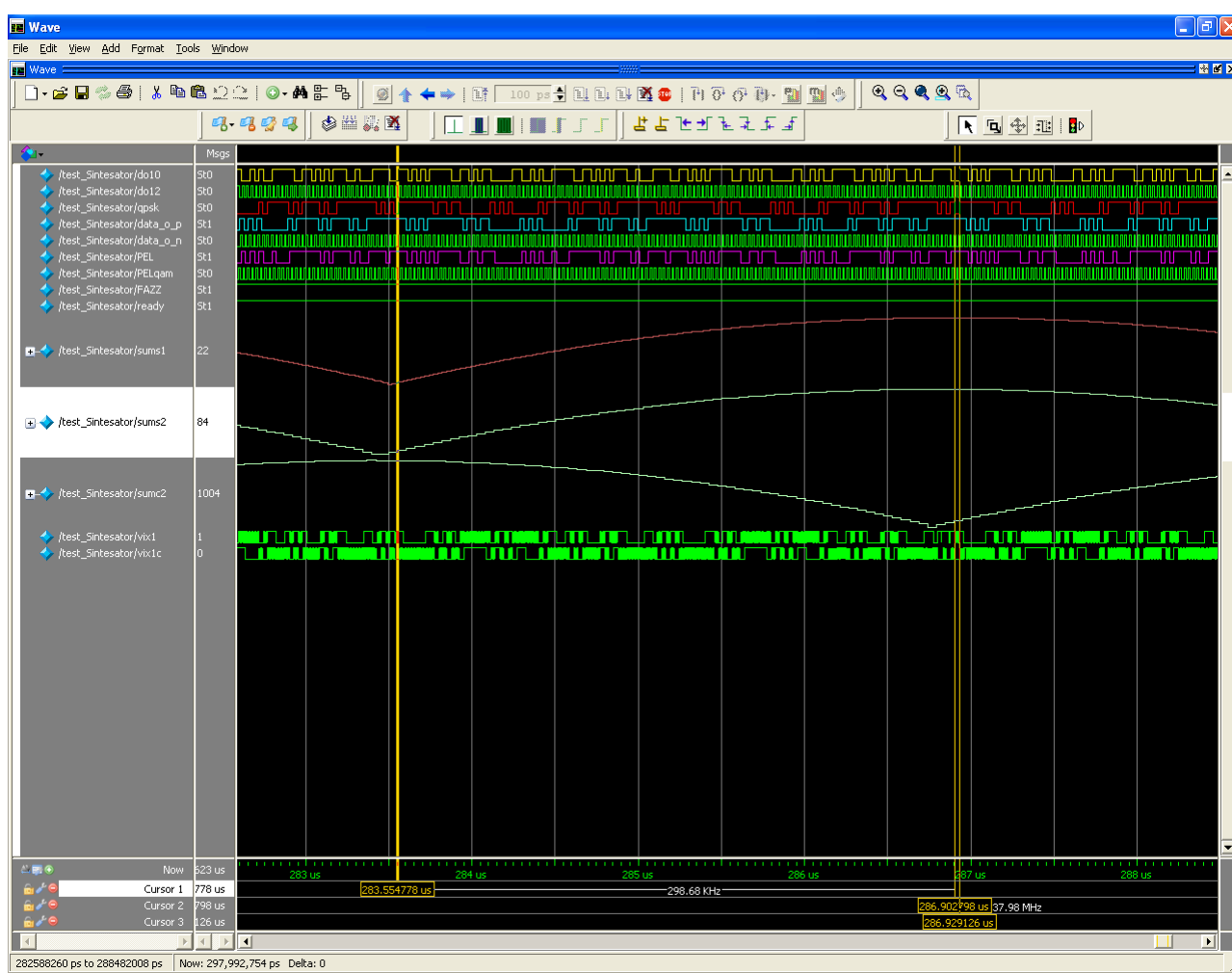


Рис. 23. Результаты математического моделирования на ПЛИС для входного сигнала QAM при частоте Доплера 74 кГц (более высокая частота Доплера выбрана для наглядности подстройки на рисунке)

В данном случае получаются три потока информации по 38 Мбит/сек, при этом доплеровская частота равна 74 кГц. Жёлтым цветом обозначен первый поток информации в 38 Мбит/сек и тактовой частотой в следующей строке зелёным цветом (соответствует BPSK). Второй поток в 38 Мбит/сек (связан с QPSK) обозначен голубым цветом (красным цветом для сравнения входной поток, поступающий для обработки). Малиновым цветом обозначен третий поток информации в 38 Мбит/сек от амплитудной модуляции. Подстройка по Доплеру отображена в виде равенства сигналов

коричневого и белого цвета с обозначениями `sums1` и `sums2`, где `sums1` отображает входную частоту Доплера, а `sums2` отображает значение частоты подстройки (видно, что фазы практически совпадают, что соответствует когерентной обработке). Два последних сигнала в зелёном цвете, обозначенные как `vix1` и `vix1c`, отображают однобитовую информацию о фазах, поступающих на входы АЦП по каналу синуса и косинуса. Более наглядно для частоты в 23 кГц результаты выделения QAM сигнала показаны на рисунке 24.

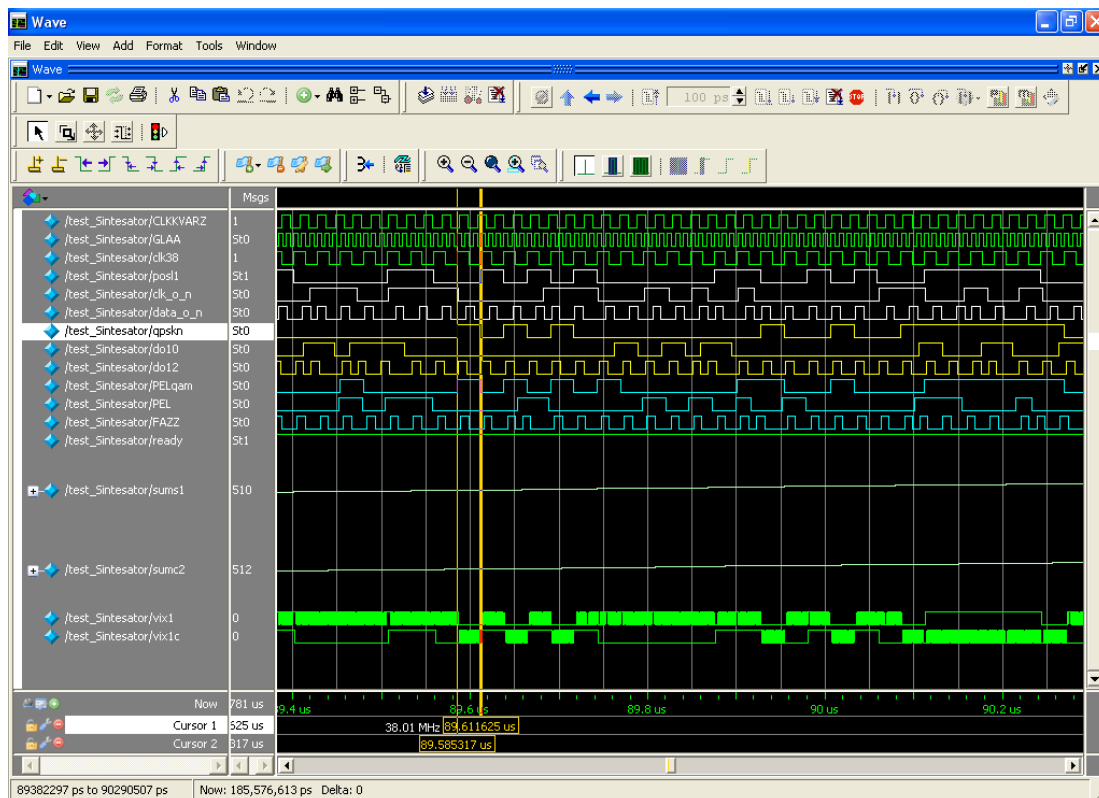


Рис. 24. Выделение сигнала QAM в ПЛИС при сдвиге по частоте Доплера в 23 кГц

Три потока информации с исходными входными сигналами показаны белым, жёлтым и голубым цветом. Отсюда видно, что подстройка с выделением сигнала менее 90 мксек. Понятно, что выделенные потоки информации могут использоваться для накопления для

повышения помехозащищённости и скрытности по примеру решений GPS (ГЛОНАСС). Для примера на рисунке 25 мы приводим результаты математического моделирования с накоплением 64 импульсов для потока BPSK.

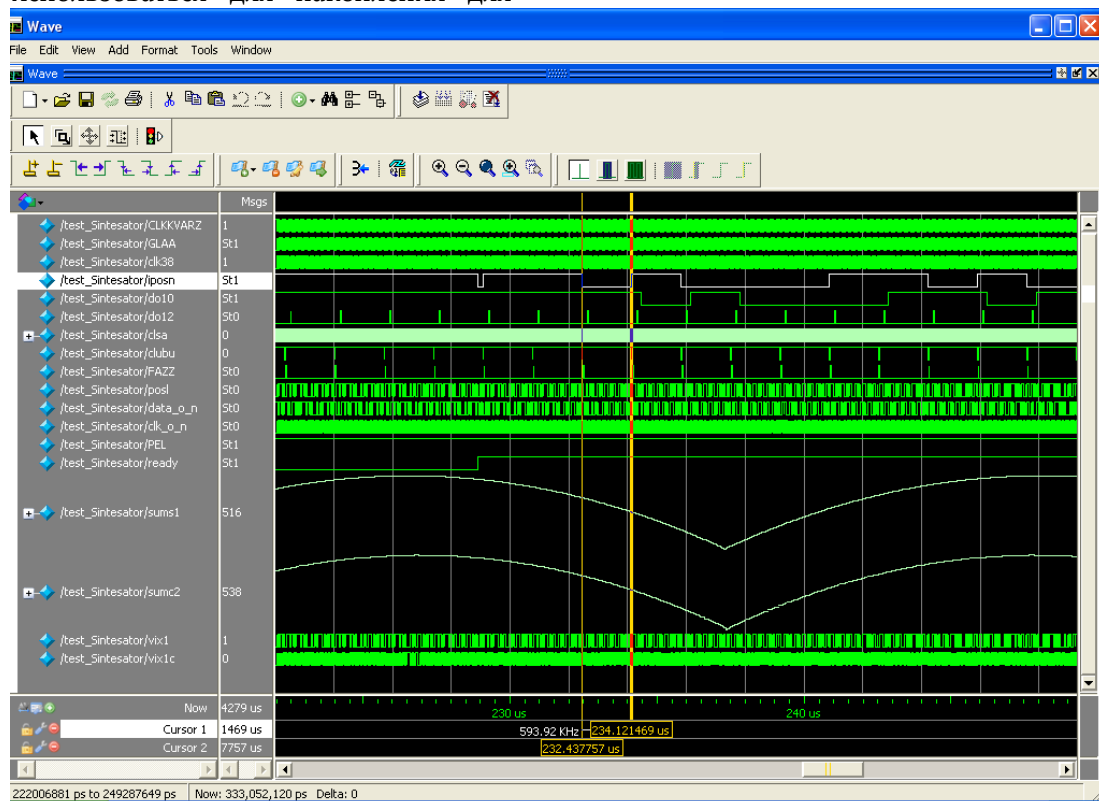


Рис. 25. Режим накопления по коду в 64 импульса с символом информации в 1,68 мксек (594 кГц)

Напомним, что в системе ГЛОНАСС кодовый импульс имеет длительность в 2 мксек (500 кГц). Здесь белым цветом (iposn) отмечен излучаемый ретранслятором информационный сигнал, а зелёным цветом (do10) отмечен выделяемый в ПЛИС сигнал радиуправления с учётом накопления по коду в 64 импульса.

Отметим, что этот результат получен при варианте использования режима GPS когда подстройка по частоте Доплера осуществляется только после подстройки по коду накопления. Сам принцип подстройки вначале по коду, а потом определения сдвига по частоте Доплера в 23 кГц показан на рисунке 26.

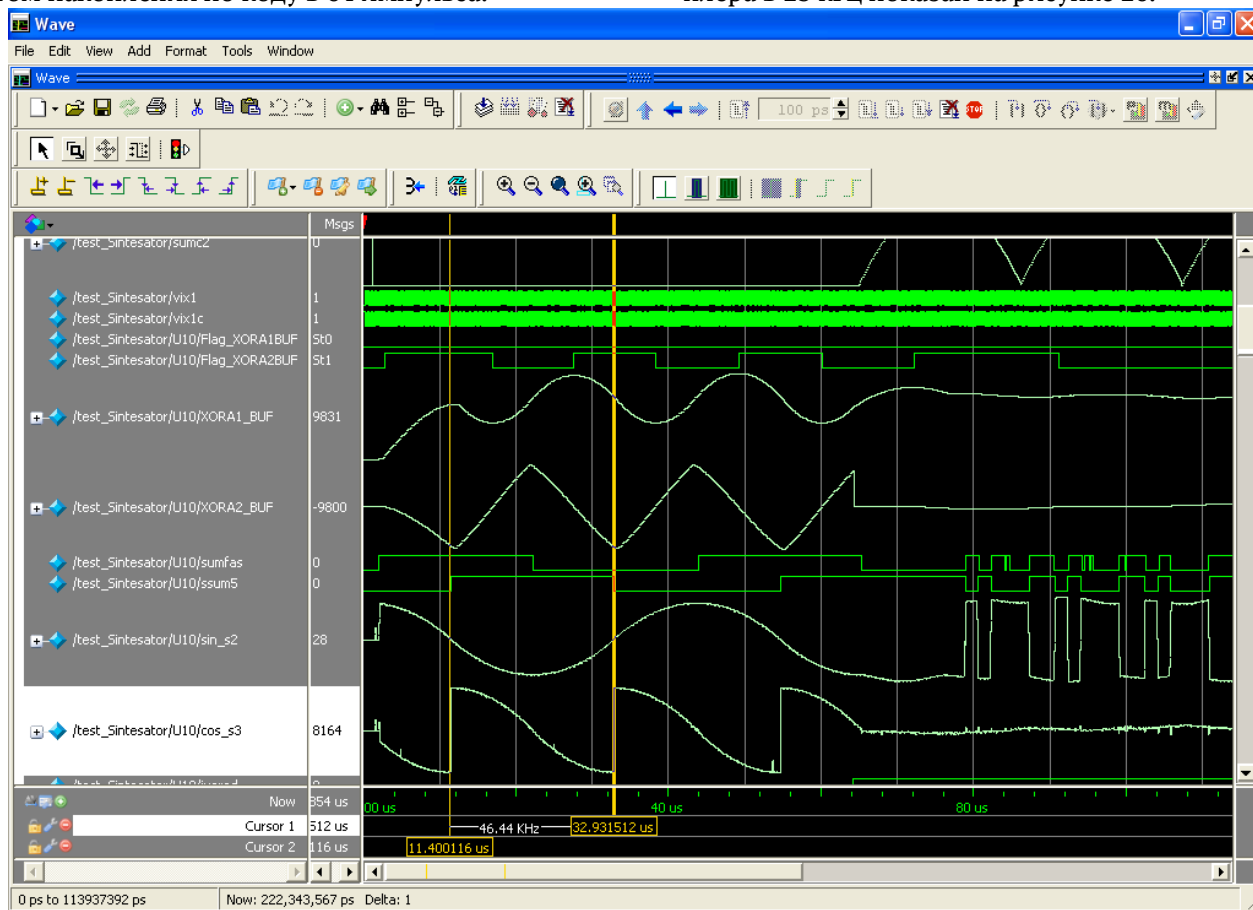


Рис. 26. Начальный этап с выделением накопленного сигнала по коду в 64 импульса при частоте Доплера в 23 кГц

Из рисунка 26 видно, что определение начальной частоты по частоте Доплера составляет порядка 50 мксек. Здесь с учётом предварительной фильтрации в полосе 4,75 МГц по 3 параллельным каналам с тактами в 38 МГц и сдвигом между каналами по частоте дискретизации в 114 МГц, например, по синусу выделяется значение частоты Доплера (sin_s2), а в другом канале формируется дискриминационная характеристика (cos_s3). Далее для защиты от шумов с получением точного значения частоты Доплера по тактам используется цифровая фильтрация с полосой пропускания в 100 кГц, что отображено для сигналов XORA1_BUF (канал синуса по модулю) и XORA2_BUF (канал косинуса). Точное определение частоты позволяет точно определить и начало формирования замыкания цепи обратной связи с выставлением необходимых уровней в

пропорционально-интегрирующей цепи обратной связи ФАПЧ с получением информации. Мы видим, что в канале (sin_s2) информация с накоплением по коду может быть выражена в многозарядном виде, что аналогично аналоговому сигналу с модуляцией по амплитуде. То есть, возможен приём телевизионного сигнала с наличием кода накопления в 8 бит (накопление в 7 бит обеспечивается через код Баркера, а 8 бит может использоваться для достоверности информации по сумме).

На рисунке 27 мы показываем поступающий код накопления (posl), а ниже приводится выделяемый код в ПЛИС (data_on). Значения тактов slubu и FAZZ отображают синхронизацию по коду получения и выделения с учётом задержек при расстановке логических элементов в ПЛИС.

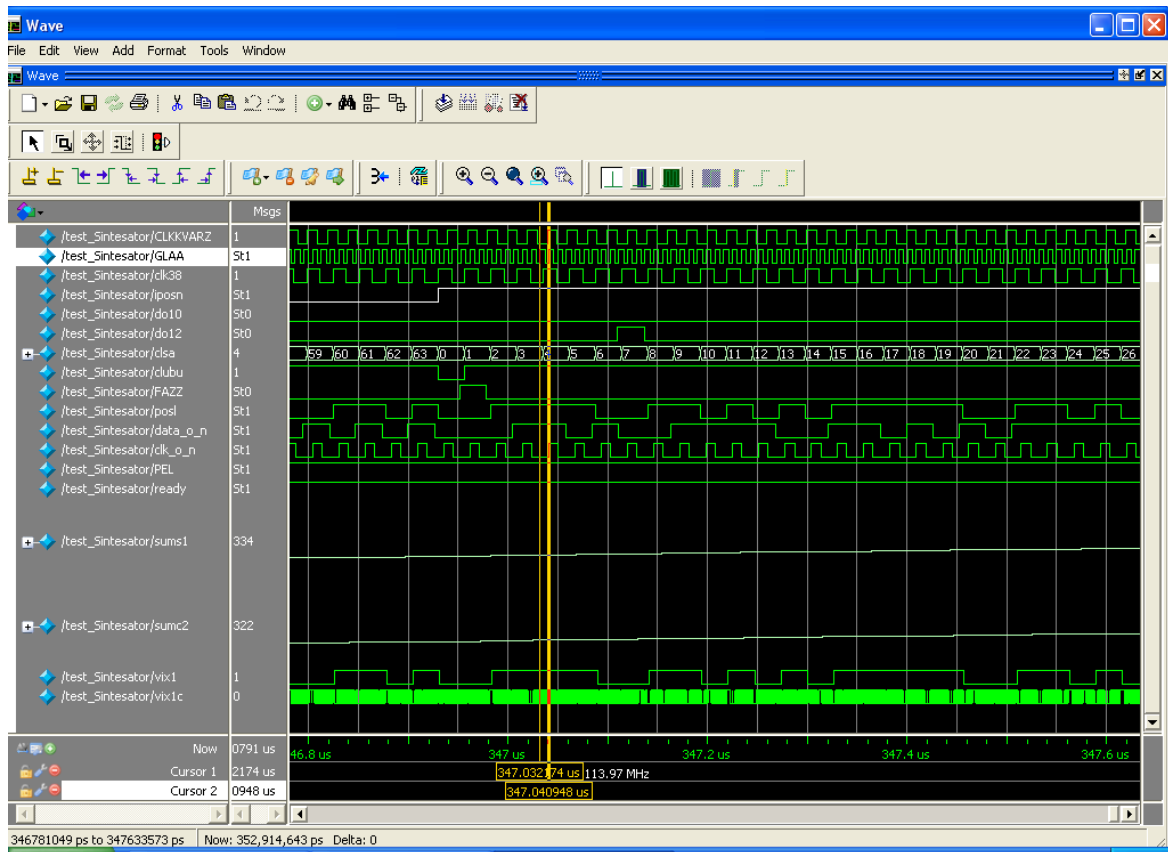


Рис. 27. Обработка в ПЛИС накапливаемого сигнала с учётом реальных задержек в логических элементах

На рисунке 28 отображена точность подстройки по частоте Доплера в 23 кГц, где исходная частота сдвига по Доплеру это sums1, а

частота подстройки при ФАПЧ получаемая от ПЛИС sumc2.

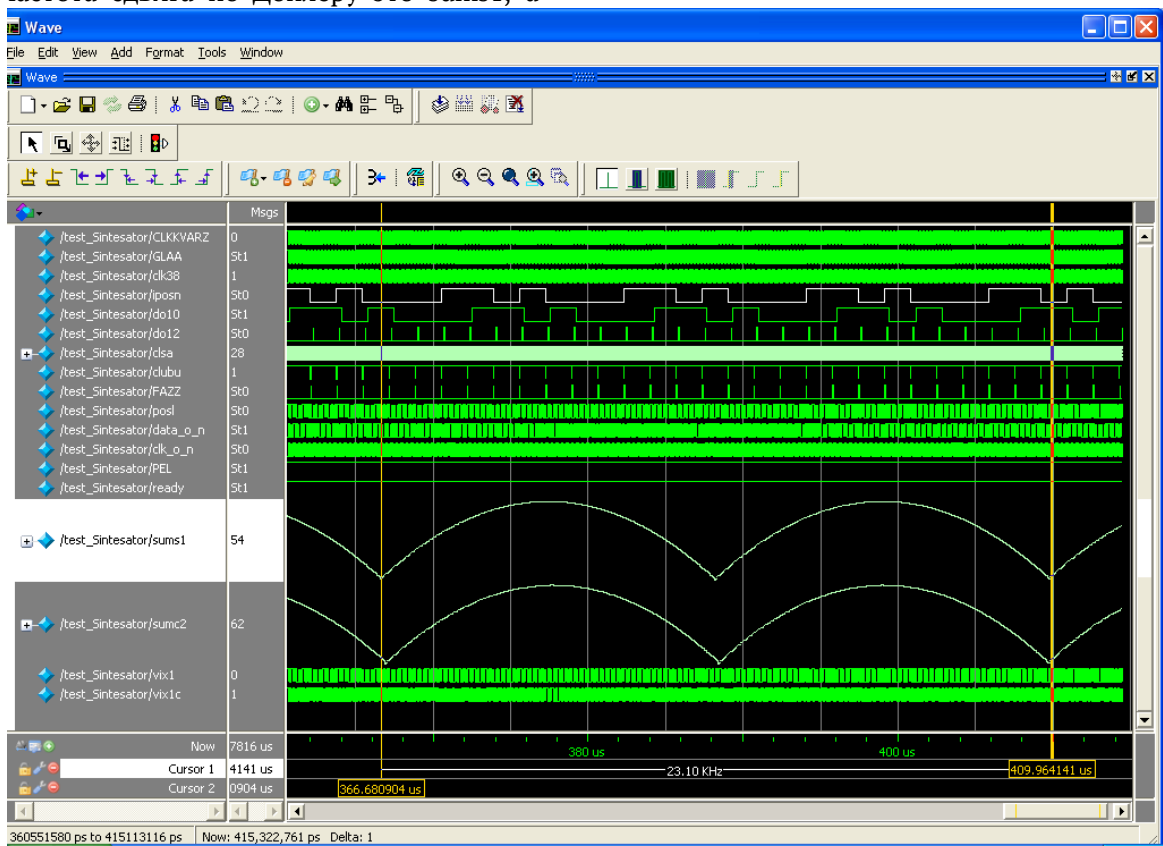


Рис. 28. Отображение точности подстройки по частоте Доплера

Надо отметить, что в реальности длительность импульса кода от ретранслятора и длительность кода внутри ПЛИС могут не совпадать. Поэтому требуется обеспечить режим подстройки по длительности кода. На рисунке 29 отображён режим накопления в

интегральных накопителях со сбросом, с подстройкой по символам кода при разбиении на три потока по синусу и косинусу в 38 МГц и со сдвигом на такт в 114 МГц с учётом строба из двух соседних импульсов кода.

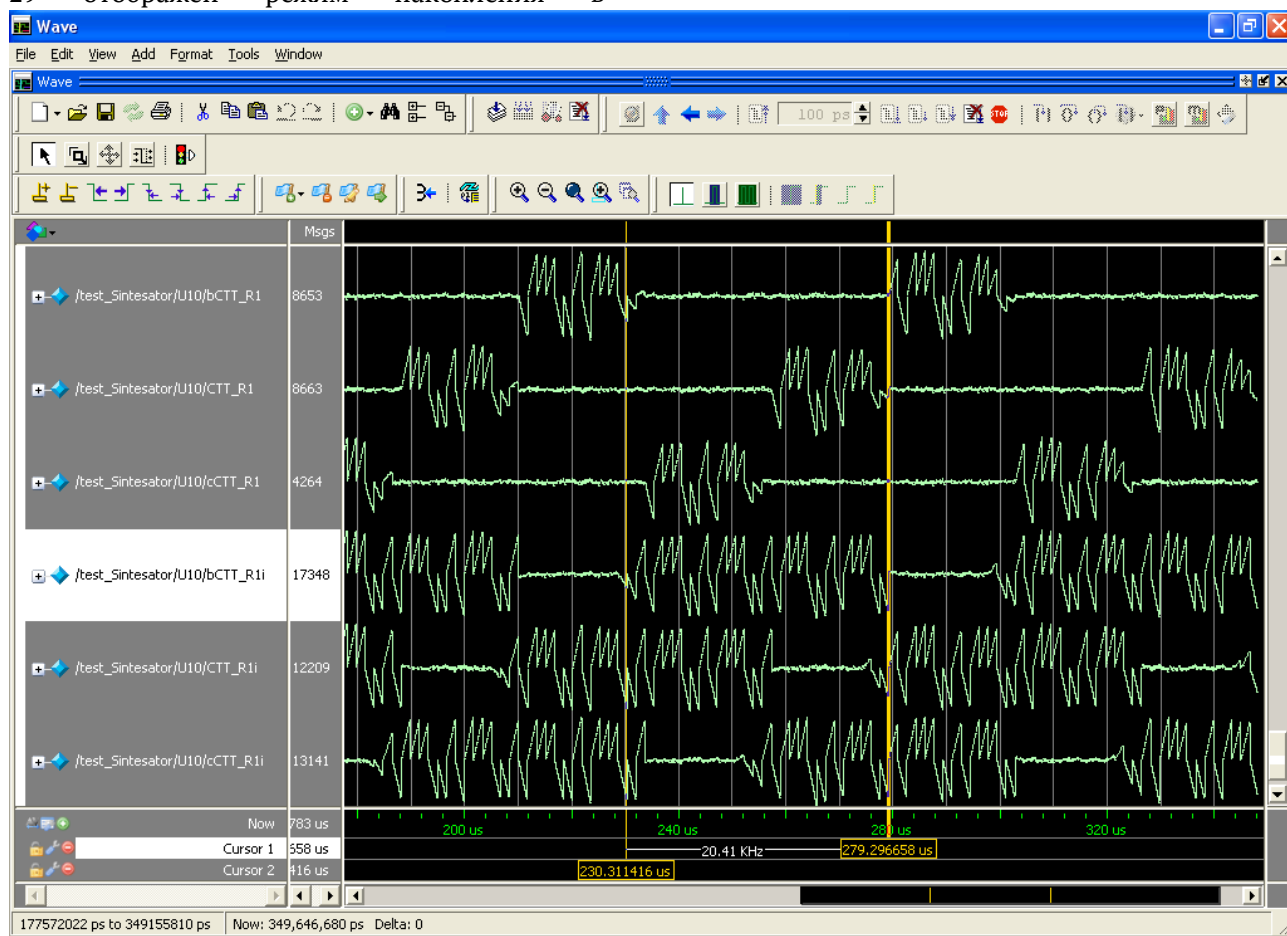


Рис. 29. Результат изменения динамики накопления в 6-ти каналах интегрального накопления со сбросом с учётом подстройки под длительность импульса кода входного сигнала

На рисунке 30 отображён вариант формирования импульсов для подстройки под длительность кода входного сигнала. Здесь на основании разницы амплитуд сигналов (vib, vib1, vib2) в двух смежных стробах по каждому из 3 параллельных каналов формируется сдвиг на такт по частоте в 114 МГц. Это изменение фиксируется

импульсами, которые отмечены белым (nasad), жёлтым (nasad1) и голубым цветом (nasad2). В данном случае длительность входного кодового символа больше, чем длительность кодового символа формируемого в ПЛИС, и это может изначально задаваться.

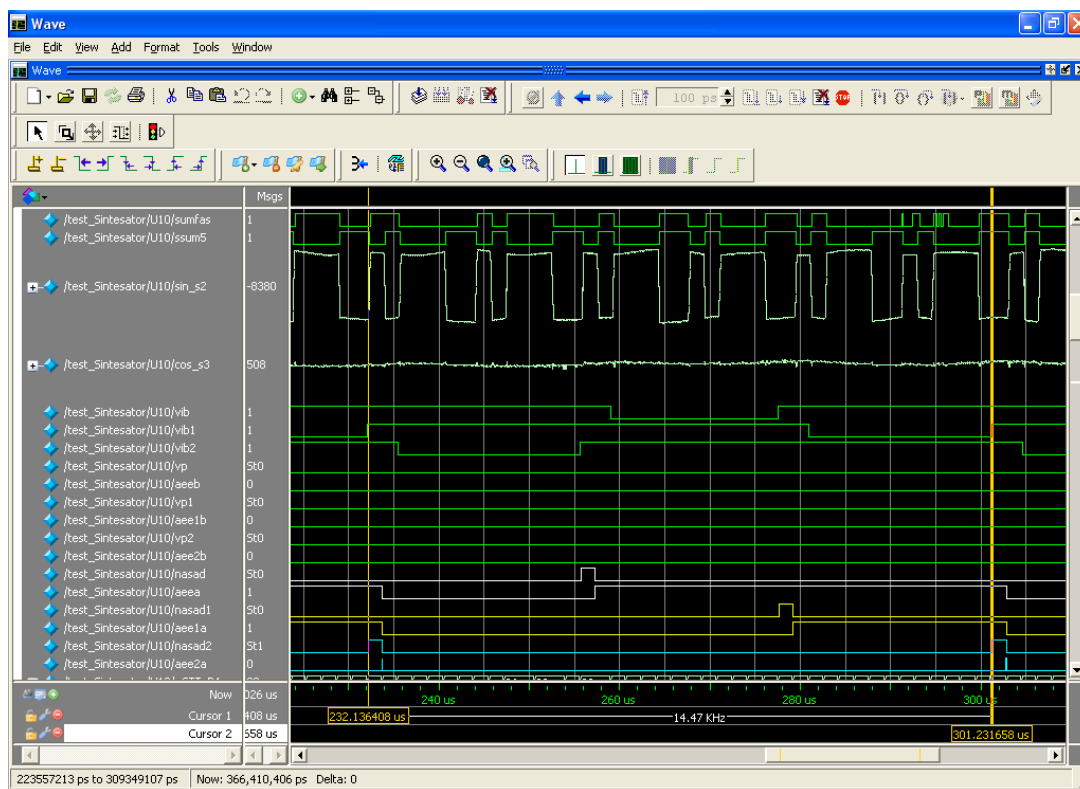


Рис. 30. Принцип подстройки под длительность символа входного сигнала

Из рисунка 31 мы видим, что если вначале осуществлена подстройка по коду как в режиме GPS, то подстройка по частоте Доплера не превышает 100 мксек. Отметим, что в режиме GPS такая подстройка осуществляется за десятки

секунд. Кроме того, если мы осуществляем подстройку по частоте Доплера отдельно, то время подстройки будет фактически определяться временем подстройки по коду.

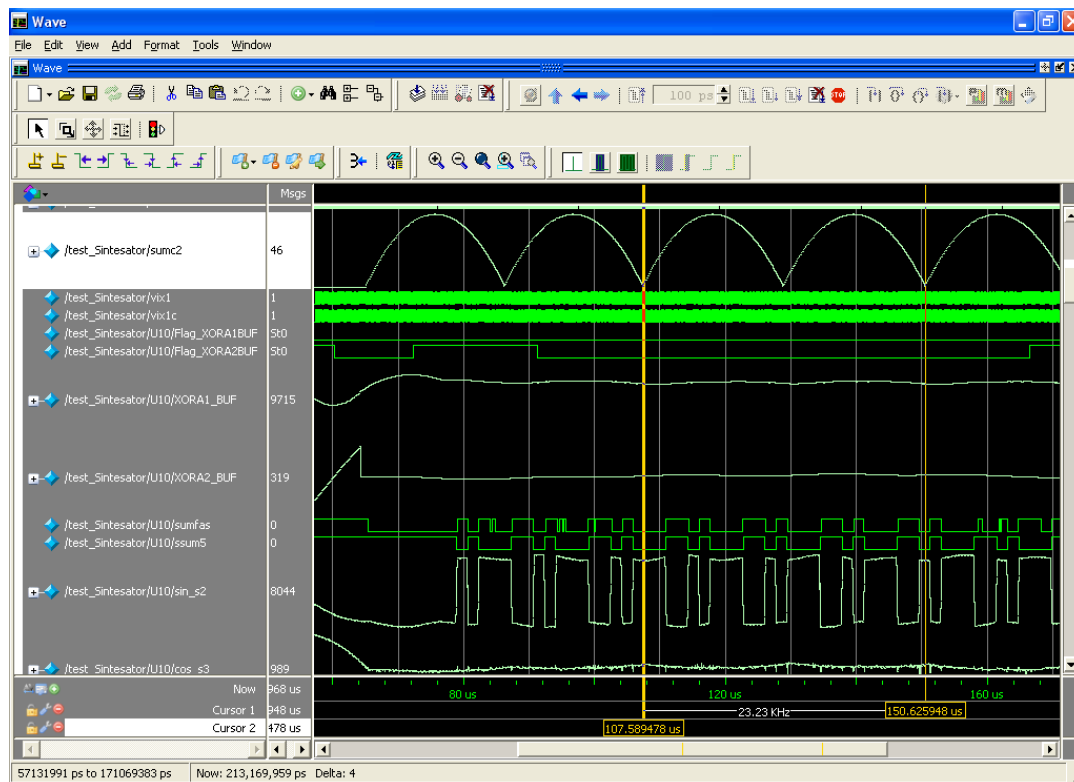


Рис. 31. Результирующий вариант подстройки с выделением кода информации при коде накопления в 64 импульса

Здесь длительность кода выбрана из условия проверки математического моделирования и может быть увеличена до десятков тысяч импульсов.

Надо отметить, что главной целью БПЛА дальнего действия является уничтожение объектов с высокой точностью, что требует точного определения местоположения БПЛА. Для этих целей необходимо создавать многофункциональную группировку космических аппаратов (КА) низкоорбитальных спутниковых систем связи (НССС), которая наряду с функциями связи могла бы обеспечивать навигацию для БПЛА как это показано в [10]. Такой вариант на основе блок-схемы приведённой выше для выделения сигналов в отличие от системы GPS (ГЛОНАСС) будет обладать наивысшей помехозащищённостью и экономически выгоден при многофункциональном использовании КА [11]. На первом этапе до развёртывания такой группировки КА в космосе можно обойтись закладкой соответствующих мобильных устройств в определённых местах с точным известным местоположением и по ним по методу, предложенному в [10] с включением по определённому коду обеспечить точную привязку на местности. Использование по рисунку

13 от внешнего управления непосредственного подключения к аналоговому модулятору позволяет использовать как частотную модуляцию, так и частотную манипуляцию, что означает наличие помехозащищённости как по амплитуде (короткий сигнал), фазе, так и по частоте. Использование ЛЧМ сигнала от внешнего управления на балансный амплитудный модулятор можно применить для определения высоты БПЛА или дистанционного зондирования Земли. Здесь на амплитудный модулятор по рисунку 13 может подаваться ЛЧМ сигнал с девиацией в 80 МГц. Соответственно при дальнейшем использовании умножителя на 2 (аналогично варианту схемы используемой в [12]), мы получим девиацию в 160 МГц, что позволит определять высоту с точностью до 0,9375 метра или выделять цели на местности.

Для проверки режимов работы в АНО «НТИЦ «ТЕХКОМ» был сделан экспериментальный образец мобильного устройства на отдельных компонентах с размерами со смартфон (рисунок 32).

Вариант экспериментальной установки для проверки показан на рисунке 33.

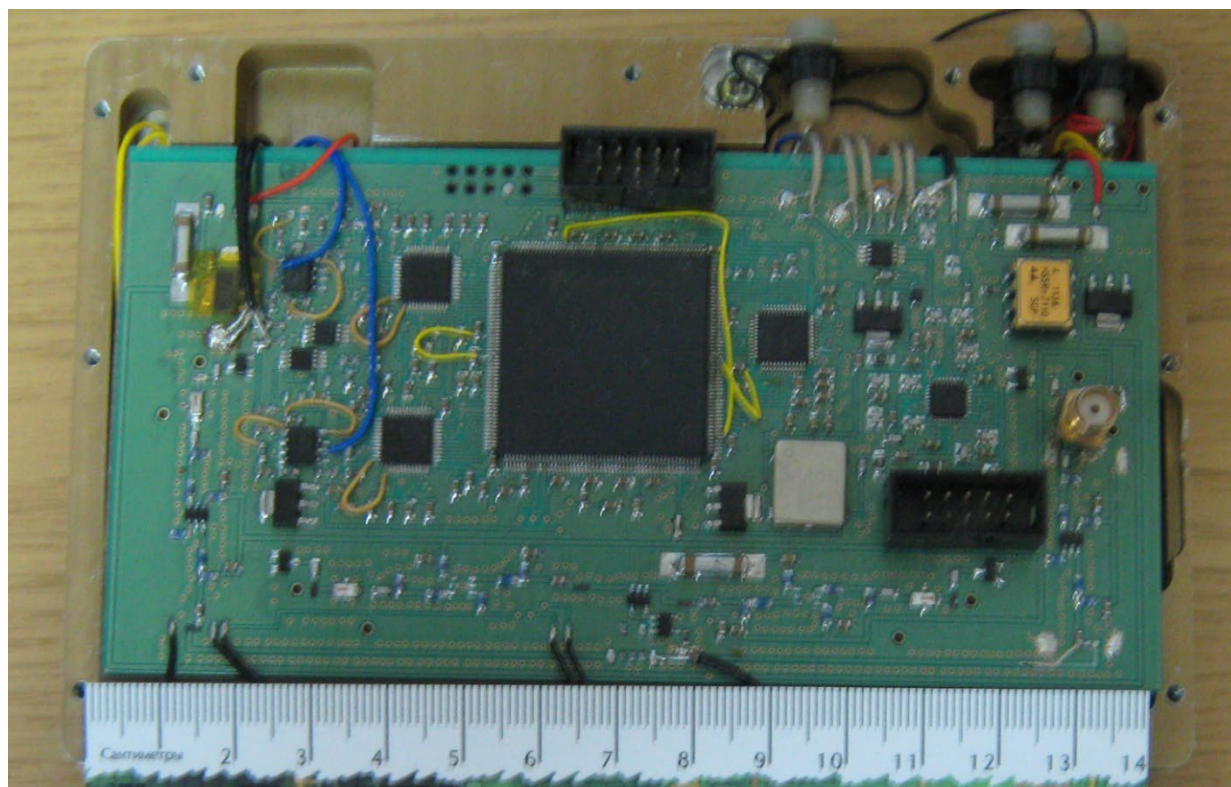


Рис. 32. Первый образец мобильного устройства

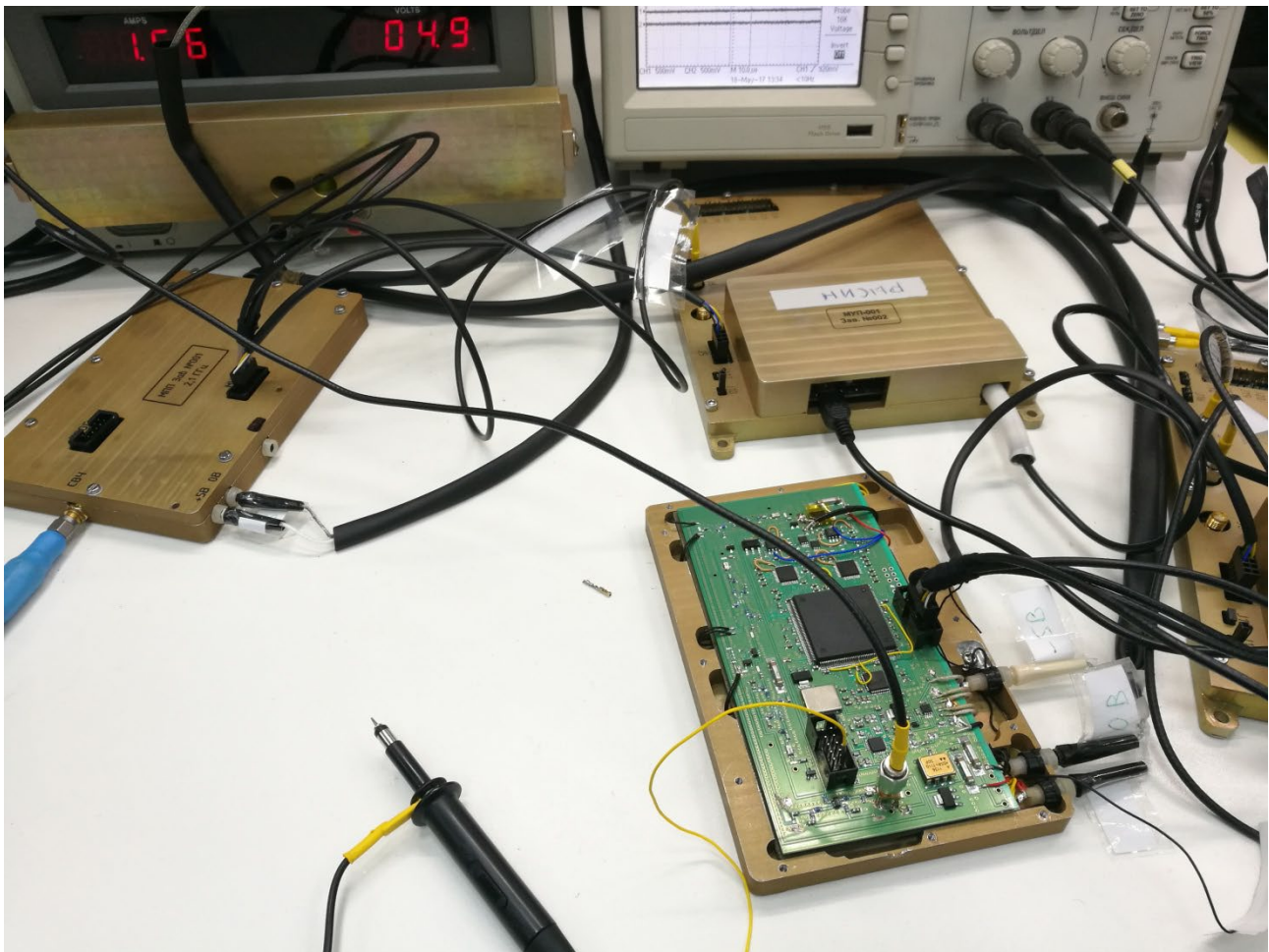


Рис. 33. Общий вид рабочего места при испытании мобильного устройства

На рисунках 34-36 показаны результаты испытаний.

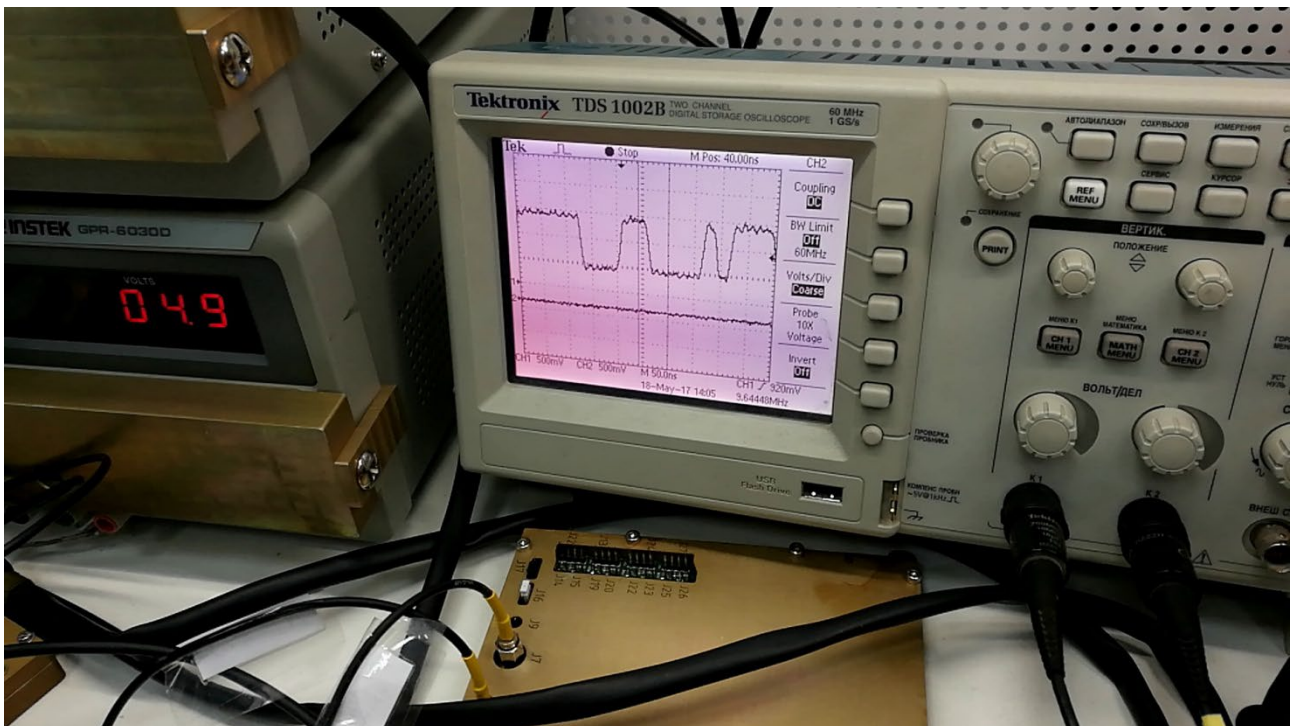


Рис. 34. Вид сигнала длительностью $2,6 \times 10^{-8}$ нсек (38 МГц) на входе АЦП при приеме на уровне сигнала на входе минус 36 дБм

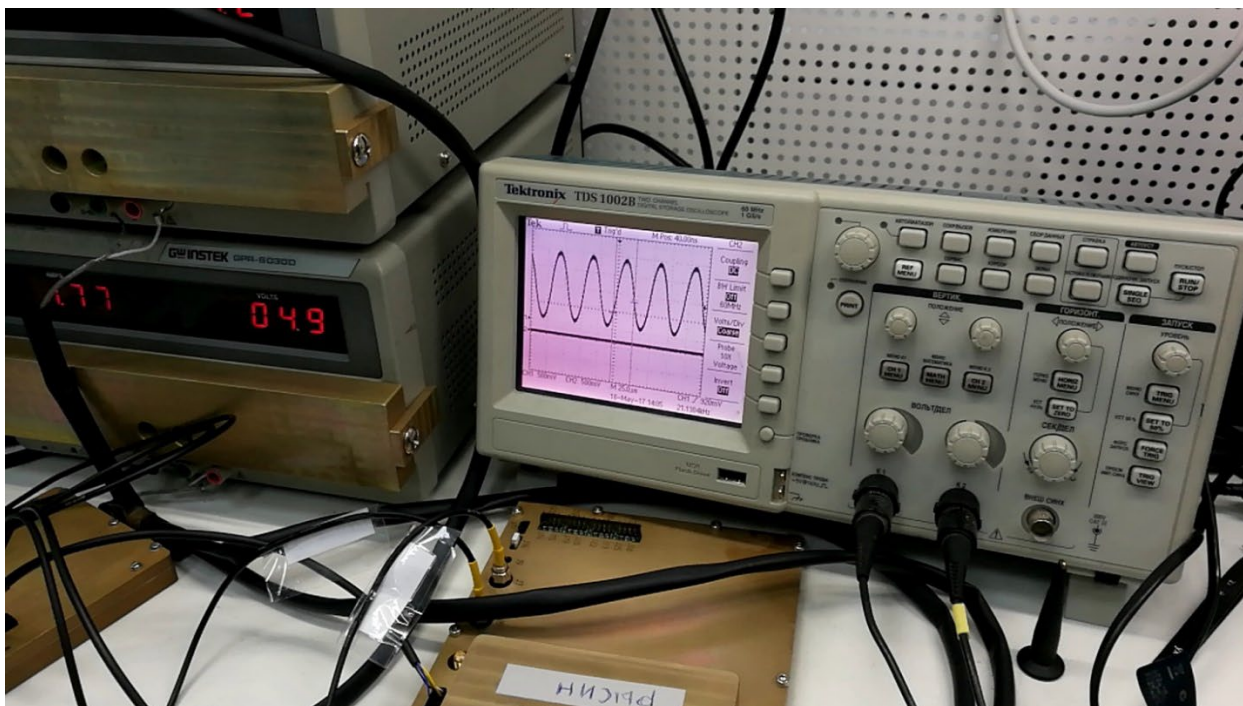


Рис. 35. Выделенная частота доплеровского смещения при приеме на уровне сигнала на входе минус 36 дБм

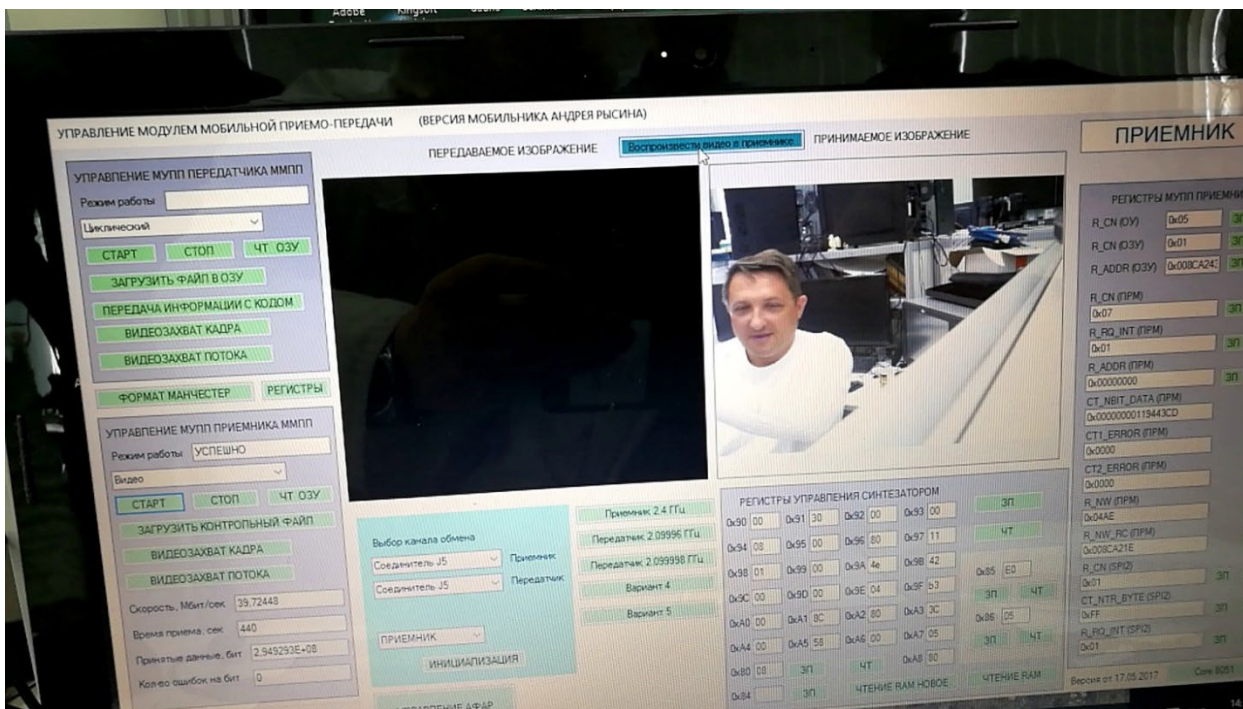


Рис. 36. Результаты принятия видеоизображения

В результате проведенного анализа были выполнены следующие действия:

1. Обоснован вариант оптимальной блок-схемы приёма-передачи сигнала радиуправления с учётом помехозащищённости и скрытности на основе амплитудной, фазовой и частотной модуляции.
2. Проведён оптимальный выбор радиотехнических параметров для сигналов радиуправления по параметрам модуляций.

3. Показана возможность и необходимость многофункционального использования для снижения себестоимости.

4. Приведён конкретный вариант предлагаемого оптимального варианта на мобильном устройстве с ПЛИС, что позволяет быстро менять вшиваемую программу в зависимости от комплекса поставленных задач.

5. Приведены экспериментальные проверочные результаты.

Литература

1. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. – М.: Сов. радио. 1966, С. 473.
2. Гришин Ю.П., Ипатов В.П., Казаринов Ю.М. и др.; Под ред. Ю.М. Казаринова. Радиотехнические системы. – М.: Высш.шк.,1990, С. 314.
3. IS-GPS-200, NAVSTAR GPS Space Segment/Navigation User Interfaces (Public Release Version, ARINC Research Corporation, El Segundo, CA, December 7, 2004).
4. Дубровка Ф.Ф., Мартынюк С.Е. Полосковая антенная решётка с воздушным заполнением. Вісник Національного технічного університету України «КПІ» Серія-Радіотехніка. Радіоапаратобудування. 2009, №38.
5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Starlink>
6. Мамонкин И.Г. Усилительные устройства. Учебное пособие для вузов. Изд.2-е, доп. и перераб. М., «Связь»,1977, С. 235.
7. Рысин А.В., Бойкачёв В.Н., Наянов А.М. «Анализ многофункционального использования низкоорбитальных спутниковых систем связи (НССС) с оптимизацией радиотехнических параметров». Науч. журнал. «Евразийский союз учёных», том. 1, №07(100), (2022), технические науки. С. 22-61.
8. 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.
9. https://vprayaem.ru/inf_drebezg.html?ysclid=lcr23th4nu419199429
10. Рысин А.В., Бойкачёв В.Н., Наянов А.М. Использование низкоорбитальных спутниковых систем связи (НССС) для навигации с оптимизацией радиотехнических параметров. Науч. журнал «Актуальные исследования», №9(139), март, 2023г., Технические науки, С. 21-58.
11. Рысин А.В., Бойкачёв В.Н., Наянов А.М. Способ конструктивного расположения и размещения антенн АФАР для многофункционального использования в космических аппаратах (КА) низкоорбитальных систем спутниковой связи (НССС) при оптимизации радиотехнических параметров и масса-габаритных характеристик. Науч.журнал «Научная ассоциация учёных» том.1, №88, (2023), Технические науки. С. 14-38.
12. Виницкий, А. С. Автономные радиосистемы учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов / А. С. Виницкий – М.: Радио и связь, – 1986. – 298 с.

RYSIN Andrey Vladimirovich

radio engineer, ANO “STRC” Technical Committee”, Russia, Moscow

BOYKACHEV Vladislav Naumovich

candidate of technical sciences, director,
ANO “STRC” Technical Committee”, Russia, Moscow

NAYANOV Alexey Mikhailovich

head of the sector, ANO “STRC” Technical Committee”, Russia, Moscow

OSTROVSKY Yakov Borisovich

head of department, ANO “STRC” Technical Committee”, Russia, Moscow

**ANALYSIS OF OPTIONS FOR RADIO CONTROL UNITS
FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAVS)**

Abstract. *At the present stage of development of radio control and communication systems, the issue of optimizing radio-electronic devices in micromodule design is acute in task to reduce economic costs due to unification and multifunctional use. At the same time, there is a need to optimize work for some specific tasks, taking into account protection from radio interference. In this article, based on the analysis of the characteristics of known radio systems, for a micromodule radio electronic device for UAV radio control with optimization of radio technical parameters is proposed, which, in combination with the performance of its tasks, can have multifunctional use in communication, navigation, radar remote sensing of the Earth.*

Keywords: *UAV radio control, GPS scheme, Kotelnikov's theorem, the errors of the sampling, types of radio signal modulations, information transfer rate, Doppler frequency shift.*

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ЖАНИЕВ Ерлан Нурланович

магистрант, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
Казахстан, г. Астана

Научный руководитель – канд. техн. наук Туребаева Рахила Даулбековна

АНАЛИЗ ЗАЩИТЫ ГРУПП ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОТ СОЦИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ АТАК

Аннотация. Актуальностью исследования безопасности пользователей является разделение информационной системы на несколько групп, например: соответствие удаленным офисам организации и анализ групп пользователей.

Ключевые слова: информационная безопасность, социально-инженерные атаки, пользователи, информационная система, конфиденциальная информация.

Актуальность данной темы отличает статистика последних лет. Статистика показывает увеличение количества атак на информационные системы, увеличение сроков расследования преступлений и размера ущерба, причиняемого компаниям. В 2019 году исследование, проведенное в крупных городах Казахстана, таких как Шымкент, Астана, Алматы, Атырау, показало, что средняя сумма убытков, понесенных различными компаниями за киберпреступность, увеличилась более чем на 9% и достигла 12,7 млн долларов. В исследовании 2020 года этот показатель составил 11,6 млн долларов.

До сих пор большая часть исследований в области защиты информации была посвящена совершенствованию программных и технических компонентов, обеспечивающих безопасность конфиденциальных данных. В этом разделе хорошо изучены вопросы информационной безопасности, разработано множество инструментов, позволяющих снизить вероятность успеха программно-технической атаки злоумышленника. Кроме того, важную роль в системе защиты информации играют действия пользователей информационных систем. Пользователь информационной системы, к которому злоумышленник пытается получить доступ, является одним из наиболее уязвимых ее мест. Одним из наиболее эффективных видов

атак на информационную безопасность является корпоративный шпионаж, от которого страдает более четверти казахстанских компаний: около 80% известных случаев промышленного шпионажа были успешными для злоумышленника, а компании-причастники понесли убытки.

Сотрудник компании, имеющий доступ к конфиденциальной информации, может намеренно или ненамеренно поставить под угрозу ее безопасность. Авторизованный пользователь информационной системы может быть знаком с рядом сотрудников, которые обслуживают информационную систему и управляют ею; имеет ряд разрешений на доступ к документам, хранящимся в информационной системе, может узнавать конфиденциальную информацию коллег, может физически получать доступ к некоторым компьютерам. В связи с этим взаимодействие пользователей информационной системы со злоумышленниками может нанести компании большой ущерб.

Актуальность исследований в этой области подчеркивается еще и спецификой атак социальной инженерии, которые в равной степени могут воздействовать на людей с разным уровнем компетентности и подготовки. Этот тезис подтверждается некоторыми эпизодами атак социальной инженерии, которые стали популярны в последнее время [1]. В Казахстане

средний убыток от серьезного происшествия для компаний, относящихся к сегменту малого и среднего бизнеса, составляет 4,7 млн тенге, для крупных предприятий эта сумма может достигать 120 млн тенге.

Таким образом, вопросы информационной безопасности и защиты пользователей от атак социальной инженерии в настоящее время актуальны. Исследования в этой области помогают создавать многоуровневые системы безопасности, устойчивые к атакам злоумышленников. Целью данной статьи является описание принципа построения пользовательской оценки защищенности атакующих действий злоумышленника, основанной на анализе вероятности сложного события, а в силу ограниченности экспериментальной базы – результатов соответствующего пилотного изучения – рассматриваются действия достаточно простого характера, направленные на «простые» уязвимости пользователя, воздействие на них каким-либо образом со стороны пользователя, непосредственно приводит к действию. Кроме того, в качестве наглядного примера применения предлагаемого принципа приведен программный модуль, поддерживающий анализ защищенности групп пользователей информационных систем.

Перспективно формирование профиля уязвимости пользователей для решения задачи анализа защищенности пользователей информационных систем. Существует ряд баз данных, содержащих уязвимости программных и технических компонентов информационных систем, но аналогичной базы пользовательских уязвимостей нет. Последние уязвимости явно программные, а не технические и совсем другого характера. В связи с тем, что уязвимости пользователей не наблюдаемы напрямую, представляется целесообразным разработать методы получения косвенных оценок степени уязвимостей. В частности, предполагалось, что одну из таких косвенных оценок можно получить на основании результатов психологических тестов, которые предназначены для оценки степени выраженности психологических особенностей личности. Для подтверждения гипотезы было проведено вышеуказанное исследование экспериментального характера.

В ходе исследования были выявлены пять уязвимостей пользователя, выраженность которых коррелировала с выраженностью психологических особенностей личности:

- **Техническая халатность.** Пользователь делает много ошибок при создании пароля, то есть создает пароли, связанные со своей датой рождения, именем или номером телефона. Цифры, буквы и символы следует использовать для уверенности;

- **Техническая халатность и установка для личной выгоды.** Пользователь мнителен, имеет высокую самооценку за счет репутации сверстников, дипломатичен, не склонен волноваться по поводу какой-либо проблемы. Кроме того, он ставит перед собой нереальные цели в умении многое сделать своими руками и, наоборот, имеет очень простую оценку уверенности в себе, имеет низкую склонность к риску, не злопамятен и недооценивает свои умственные возможности.

- **Техническая неопытность.** У пользователя высокая репрессивность и рационализация, то есть он безрассуден, самоуверен, переоценивает собственную значимость и склонен игнорировать проблемы. Он сдержан, практичен и рационален в проявлении своих чувств, отличается радикализмом, то есть любит эксплуатацию, открыт для новостей, не приспособлен к нечестности и имеет высокий психологический возраст.

- **Техническая безграмотность.** Пользователь склонен переносить свой гнев на других людей, у него низкий уровень интеллекта, он эмоционально нестабилен, всегда находится в расслабленном состоянии, старается контролировать любую важную ситуацию, считает, что его достижения зависят от внешних обстоятельств-везения [2]. Такой человек не считает себя ответственным за свои неудачи, он перекладывает эту ответственность на других людей. Кроме того, считается, что такой человек может легко завоевать уважение других людей.

В зависимости от того, на какую из слабых сторон пользователя преступник нацелил свою атаку, можно предсказать различные варианты атаки и контрмеры пользователя. В то же время важно знать, что у пользователей могут быть разные ответы. То есть необходимо перейти к оценке вероятности осуществления заказчиком тех или иных ответных действий, а также к вероятностным характеристикам успеха и неудачи атаки.

Рассмотрено несколько возможных, но не исчерпывающих, вариантов последствий атаки и способов реагирования на них. Понятно, что определенное влияние злоумышленника на

заказчика часто приводит к срабатыванию сразу нескольких уязвимостей.

Предложен подход к оценке вероятности ответа пользователей информационных систем. Для оценки выраженности психологических особенностей человека был использован ряд тестовых методик. По результатам уравнений регрессии, созданных по результатам исследования, была рассчитана серьезность уязвимостей пользователя.

На основе полученных значений введена вероятностная мера для оценки успешности воздействия атаки злоумышленника в зависимости от степени уязвимости пользователя. Также в ходе работы был найден набор оценок вероятности успеха социально-инженерных атак злоумышленника. Если установлено, что атака может развиваться по-разному при моделировании эффекта атаки социальной инженерии или при разработке атаки с близкими оценками вероятности, могут использоваться разные типы атак.

Может служить наглядным и понятным примером одной из возможных формул расчета интегральной оценки вероятности успеха социально-инженерной атаки злоумышленника:

$$p = 1 - (1 - p_1)(1 - p_2)(1 - p_3),$$

где p_1 , p_2 , p_3 – оценки вероятности успеха различных социально-инженерных атак злоумышленника, а p – кумулятивная вероятность успеха злоумышленника.

Одним из важных аспектов задачи анализа защищенности пользователей информационных систем от социально-инженерных атак является разделение групп пользователей по какому-либо признаку. Например, компания имеет распределенную структуру и в каждом офисе есть свой список конфиденциальных документов. В этом случае нецелесообразно проводить индивидуальный анализ защищенности всех пользователей информационной системы. Вместо этого необходимо проанализировать защищенность группы пользователей, работающих в личном кабинете [3]. Кроме того, у определенной группы пользователей может быть ряд специфических или уникальных уязвимостей. Поэтому в таком случае представляется эффективным провести анализ отдельной группы пользователей, чтобы подготовить перечень мер по повышению ее уровня защиты от

атак социальной инженерии. Для выделения и анализа степени защищенности групп пользователей был разработан программный модуль для использования в более широком спектре программ, предназначенных для анализа защищенности пользователей информационных систем от атак социальной инженерии. Этот модуль также позволяет визуализировать контролируемые области информационной системы, чтобы наглядно представить структуру компьютерной сети компании и дифференцировать пользователей по их правам доступа к оборудованию.

В статье описан принцип оценки защищенности пользователя информационной системы от социально-инженерных атак преступников. Поведение злоумышленника считалось простым, направленным на понимание пользователем информации, что приводит к некоторым действиям со стороны пользователя.

Дополнительные исследования в этой области лежат на стыке информатики, психологии и математики. В частности, требуют разработки математические модели анализа защищенности пользователей информационных систем. Кроме того, необходимо учитывать профиль компетенции злоумышленника, чтобы разработать возможную оценку защищенности пользователей информационных систем. Наконец, необходимо проведение дополнительных исследований с целью выявления новых, более сложных уязвимостей пользователей информационных систем с точки зрения профилирования уязвимостей пользователей.

Литература

1. Азаров А.А., Тулупьева Т.В., Тулупьев А.Л. Прототип комплекса программ для анализа защищенности персонала информационных систем, построенный на основе фрагмента профиля уязвимостей пользователя. // Труды СПИИРАН. 2012. Вып. 21. С. 21–40.
2. Веденеев В.С., Бычков И.В. Средства поиска инсайдеров в корпоративных ИС // Безопасность информационных технологий, 2014. № 1. С. 9–13.
3. Котенко И.В., Юсупов Р.М. Перспективные направления исследований в области компьютерной безопасности. Защита информации. Инсайд. 2006. № 2. С. 46.

DZHANIEV Yerlan Nurlanovich

Master's student, L.N. Gumilyov Eurasian National University,
Kazakhstan, Astana

Scientific Advisor – Candidate of Technical Sciences Turebaeva Rakhila Daubekovna

ANALYSIS OF PROTECTION OF GROUPS OF USERS OF INFORMATION SYSTEMS FROM SOCIO-TECHNICAL ATTACKS

Abstract. *The relevance of user security research is the division of the information system into several groups, for example: compliance with remote offices of the organization and analysis of user groups.*

Keywords: *information security, social engineering attacks, users, information system, confidential information.*

МИРОНОВА Елена Александровна

педагог, МБОУ Лицей №103 «Гармония», Россия, г. Железногорск

МИРОНОВ Дмитрий Сергеевич

учащийся, МБОУ Лицей №103 «Гармония», Россия, г. Железногорск

МИРОНОВ Денис Сергеевич

студент, Аэрокосмический колледж,

Сибирский государственный университет имени академика М.Ф. Решетнева,
Россия, г. Красноярск

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕЛКИХ ДЕТАЛЕЙ С ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТЬЮ

Аннотация. Представлена концепция создания оборудования для производства мелких деталей с высокой точностью. Применение данного оборудования направлено на проведение образовательных, технических разработок и исследований.

Ключевые слова: оборудование, лазерная резка, гравирование, материалы.

Введение

Актуальность. Казалось бы, в нашей жизни уже столько изобретено и столькими благами пользуется человек. Но есть сферы, где люди до сих пор сталкиваются с ежедневными трудностями в ходе своей не только профессиональной деятельности, а именно в сфере мелкого точного моделирования [2, с.164]. Конечно, можно сказать, что есть моностанки, которые могут разрешить эту проблему, но они громоздкие и дорогостоящие и они есть не у каждого в наличие [1, с.169]. Поэтому возникает необходимость в специальном оборудовании, которое позволит осуществлять производство мелких деталей/изделий, с высокой точностью посредством вырезания и гравирования, а также осуществлять графопостроение [3, с.560].

Большинство людей, которые занимаются точным моделированием и производством мелких деталей испытывают затруднения при их изготовлении, которые невозможно воссоздать путем имеющихся инструментов и станков, что приводит к потере времени и снижению качества деталей. Поэтому для решения данной проблемы необходимо создать специальный станок позволяющий гравировать, вырезать мелкие детали, с высокой точностью.

Цель: создание специального станка позволяющего гравировать, вырезать мелкие детали, с высокой точностью.

Задачи:

- 1) провести анализ технической литературы,
- 2) изучить технические возможности существующих станков,
- 3) создать специальный станок для производства мелких деталей с высокой точностью, путем вырезания, гравирования.

Научная новизна предложенного технического решения заключена:

- в объединении в одно устройство трех станков (лазерного, плоттера и графопостроителя);
- производстве мелких деталей/изделий с высокой точностью.

Изобретение относится к новому лазерному станку для мелкой гравировки и вырезания с высоким разрешением заданного графического изображения на носителях информации путем линейного перемещения пишущих элементов по координатам X и Y.

Техническим результатом является повышение качества и скорости вырезания мелких деталей с высокой точностью. Для достижения этого результата станок состоит из (рис.1):

1. Источника лазерного излучения,
2. Интерфейса центрального навигационного вычислительного устройства (числового программного управления CNC),
3. Блока подачи энергии, блока компьютера.

4. Содержит станину, на которой установлены стол-планшет и направляющие. На направляющих установлены шаговые двигатели с редуктором ременной передачи (зубчатый ремень, для повышения скорости работы) координаты X и Y. Имеющиеся каретки снабжены выступами и установлены на штанге с зазорами. Механизм для подачи луча позволяет выполнять процессы гравировки и вырезания

без привычного скругления под прямым углом очень мелких деталей. Такая конструкция повышает производительность производства мелких деталей/изделий, уменьшает потери в «копийности» и обеспечивает получение при стандартном программном обеспечении компьютера точные формы с учетом размеров детали.

Характеристики:

Мощность лазера	20 Вт
Область гравировки / вырезания	230x270 мм
Разрешение	0,02 мм
Тип привода	Шаговый мотор с редуктором
Материал обработки	Дерево, бумага, пластик, пленка, металл и др.
Скорость	80 мм / с
Смена функционала	Осуществляется посредством замены рабочего модуля и занимает считанные минуты.
Потребление электроэнергии	Потребляет значительно меньше электроэнергии в сравнении с лазерными станками.
Размер	Для установки устройство требует минимум места на рабочем столе. Установка мобильна в сравнении с лазерными станками и плоттерами.
Назначение	Для мелкого моделирования, для макетирования; для производства; для рекламы; для создания фигурок; для сувенирной промышленности; для упаковки; для школы; для дома; для архитектуры; для дизайна. В сфере образования и малого бизнеса.

Выводы:

1. Предложенный станок позволяет обеспечить точность работ при производстве мелких деталей.

2. Сокращается временной интервал изготовления мелких деталей/ изделий, что снижает финансовые затраты, поскольку не требуется использование нескольких станков, т.к. он совмещает в себе несколько станков сразу. В связи с чем, данный станок уникален и эффективен при выполнении мелких деталей/изделий с высокой точностью.

Заключение

Таким образом, специальный станок обеспечивает:

- 1) точность выполнения деталей;
- 2) изготовление деталей без погрешностей;
- 3) экономия времени и денег.

Предельным состоянием предложенного способа производства деталей/ изделий является полное соответствие заявленным размерам, что является принципиальным отличием предложенного станка от единичных станков для гравировки и вырезания. Аналогов в

настоящее время не имеет. Дёшев, надёжен и очень прост в управлении и обслуживании.

Проект поддержан краевым государственным автономным учреждением «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности».

Таким образом, мы: создали специальный станок для производства мелких деталей с высокой точностью, путем вырезания, гравирования. Данный станок может получить широкое применение для выполнения работ в учебных заведениях.

Литература

1. Лазерные технологии в производстве / Л.А.Закалюкина // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. – Т. 3. – №8-2 (19-2). С.169-172.
2. Виды и параметры процесса лазерной резки / Л.А. Закалюкина, В.Я. Баннов // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2016. - №19. С.163-167
3. Технологии и применение лазерной обработки в современном производстве / Л.А. Закалюкина, С.В.Погодаев, В.Я. Баннов // Инновационные, информационные и коммуникационные технологии. – 2016. №1. – С.559-561.

MIRONOVA Elena Alexandrovna

teacher, MBOU Lyceum No. 103 "Harmony", Russia, Zheleznogorsk

MIRONOV Dmitry Sergeevich

student, MBOU Lyceum No. 103 "Harmony", Russia, Zheleznogorsk

MIRONOV Denis Sergeevich

student, Aerospace College,
Siberian State University named after Academician Mikhail Fedorovich Reshetnev,
Russia, Krasnoyarsk

**EQUIPMENT FOR THE PRODUCTION
OF SMALL PARTS WITH HIGH PRECISION**

Abstract. *The concept of creating equipment for the production of small parts with high precision is presented. The use of this equipment is aimed at conducting educational, technical development and research.*

Keywords: *equipment, laser cutting, engraving, materials.*

АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО

КОВАЛЕВ Алексей Сергеевич

студент, Государственный университет по землеустройству, Россия, г. Москва

Научный руководитель – доцент кафедры архитектуры Государственного университета по землеустройству, кандидат архитектуры Ильина Екатерина Александровна

ПРЕИМУЩЕСТВА ДЕРЕВА В АРХИТЕКТУРЕ

Аннотация. Деревянная архитектура набирает популярность среди архитекторов, дизайнеров, застройщиков ввиду своих преимуществ: возобновляемости дерева, его углеродную нейтральность, энерго-сберегающие свойства, а также возможности создавать здоровые и уютные жилые пространства. В статье рассматриваются некоторые современные тенденции в деревянной архитектуре, которые дополняют экологические преимущества этого материала.

Ключевые слова: дерево, деревянная архитектура, углеродная нейтральность.

Дерево – это один из старейших и наиболее доступных материалов, которые используются в архитектуре. С развитием технологий деревянная архитектура все больше

привлекает внимание как устойчивый и экологически дружелюбный выбор застройщика. Экологические преимущества дерева, как строительного материала приведены на рис. 1.



Рис. 1. Преимущества деревянной архитектуры

Во-первых, в отличие от других материалов: стали, бетона, кирпича, дерево является возобновляемым ресурсом. Леса, в которых добывается древесина, могут быть управляемо выращены, что делает дерево экологически устойчивым материалом. Правильное лесное

хозяйство и управление лесами позволяют сохранять их биоразнообразие, восстанавливать срубленные деревья. Это способствует сохранению лесных экосистем и поддержанию здоровья нашей планеты (рис.2).



Рис. 2. Круг жизни леса

Во-вторых, важный аспект – углеродная нейтральность дерева. Древесина содержит углерод, который дерево поглощает из атмосферы во время своего роста. Когда дерево используется в строительстве зданий, оно сохраняет этот углерод в себе на протяжении всего срока эксплуатации здания, что позволяет уменьшить выбросы углерода в атмосферу [1]. Более того, дерево может быть переработано и использовано в производстве древесно-плитных материалов, таких как ДСП или ДВП, что также способствует уменьшению выбросов углерода и снижению влияния на климат.

В-третьих, дерево является естественным теплоизолятором и обладает хорошими теплоизоляционными свойствами, что позволяет снизить потребление энергии на отопление и кондиционирование помещений. Это особенно актуально для климата большинства регионов РФ, когда энергоэффективность зданий очень важна.

В-четвертых, немаловажно благоприятное воздействие природного материала на здоровье людей. Как естественный материал оно внушает комфорт и уют, создавая благоприятную атмосферу в помещениях. Исследования показывают, что нахождение в помещениях с использованием дерева способствует снижению стресса, улучшению настроения и повышению работоспособности.

В-пятых, возведение деревянных зданий требует меньшего количества энергии и ресурсов по сравнению с традиционными строительными материалами. Процесс производства деревянных конструкций, оставляет меньший след углеродных выбросов, поскольку он менее энергоемкий. Сроки строительства, например, малоэтажных жилых зданий из дерева короче и менее разрушительны для окружающей среды, по сравнению с каменными конструкциями.

Однако несмотря на преимущества, имеются ограничения применения дерева в строительстве:

- необходимость обеспечить обработку и защиту деревянных конструкций от пожаров, чтобы гарантировать их долговечность и безопасность;
- дерево, как природный материал, требует ухода и обслуживания, чтобы сохранить свои свойства и внешний вид на протяжении долгого времени (регулярную покраску, защиту от влаги, замены поврежденных элементов), что делает сложным использование дерева в архитектуре общественных зданий.

Однако, примеры общественных зданий «в дереве» существуют: например, отель Treehotel в Швеции [2]. Этот отель состоит из шести отдельных домиков, расположенных на высоких столбах, чтобы минимизировать воздействие на природу. Каждый домик построен из

местного дерева и имеет оригинальный дизайн, который отражает лесную среду. Отель работает на солнечных батареях, а также

использует экологически чистые технологии для обработки сточных вод и утилизации отходов (рис.3,4).



Рис. 3, 4. Отель Treehotel в Швеции

Здание "The Bullitt Center" в Сиэтле, США (рис.5). Это здание, построенное полностью из дерева, является самым экологически устойчивым зданием в мире. Оно использует возобновляемые источники энергии, такие как солнечные батареи и геотермальные насосы, чтобы

обеспечить энергетическую самодостаточность. Здание также имеет множество уникальных функций, таких как система управления энергопотреблением и система сбора и переработки дождевой воды.



Рис. 5. Здание "The Bullitt Center" в Сиэтле, США

В России экологически устойчивый деревянный отель "Баобаб" в республике Карелия. Этот отель построен с использованием деревянных конструкций из местной сибирской лиственницы. Здание выполнено в современном стиле с зелеными крышами, которые помогают сохранять тепло, снижают энергопотребление, способствуют водоудержанию. Отель также использует альтернативные источники энергии: солнечные панели и геотермальное отопление, что снижает его экологический след.

Эко-дома в поселке "Лесное озеро" (рис.6), Калининградская область, выполнены из оцилиндрованного бревна в окружении лесного массива. Они имеют низкий уровень энергопотребления благодаря использованию теплоизоляции из натуральной древесной волокнистой массы (древесная вата). Дома оснащены энергосберегающими окнами, системами отопления с использованием древесных отходов и солнечными панелями. В поселке созданы условия для сбора и использования дождевой воды, отдельного сбора и переработки отходов [5].



Рис. 6. Эко-дома в поселке "Лесное озеро"

Эти примеры демонстрируют широкий спектр применения дерева в архитектуре

экологически устойчивых зданий. Она может быть использована как в небольших

загородных домах, так и в общественных зданиях, в производственных объектах.

В заключение хочется подчеркнуть, что дерево в архитектуре имеет множество преимуществ, которые необходимо использовать: возобновляемость, энергоэффективность, благоприятное воздействие на здоровье, меньшее воздействие на окружающую среду. Оно предлагает устойчивый и экологически ответственный подход к строительству, который соответствует современным требованиям развития и сохранения природных ресурсов.

Литература

1. Richard Mabey. «Wood: Architecture and Design» - книга авторства Richard Mabey, 2017 г.
2. Кристиан Шиттич. «Дерево как строительный материал: устойчивое строительство из дерева», 2014 г.
3. Щеголева Э.В. Экологическое строительство с применением древесины в качестве основного строительного материала / Щеголева Э.В. // Научный вестник Воронежского

государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Инновации в строительстве. 2017. С. 142-149.

4. Репин А.А. Деревянное домостроение – направление развития малоэтажного жилья, гарантирующего экологическую устойчивость / Репин А.А. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 201 №11-5. С. 750-753.

5. Острякова Ю.Е. Анализ состояния деревянного строительства / Острякова Ю.Е. // Тезисы докладов 51-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. 76 с.

6. Ильвицкая, С.В. Перспективные направления развития архитектурного образования в рамках аграрного вуза (на примере архитектурного факультета государственного университета по землеустройству) / С. В. Ильвицкая, Н. В. Каспер // Архитектура и строительство России. – 2022. – № 2(242). – С. 108-113.

KOVALEV Alexey Sergeevich

student, State University of Land Management, Russia, Moscow

Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Architecture of the State University of Land Management, Candidate of Architecture Ilina Ekaterina Aleksandrovna

ADVANTAGES OF WOOD IN ARCHITECTURE

Abstract. *Wooden architecture is gaining popularity among architects, designers, developers due to its advantages: the renewable nature of wood, its carbon neutrality, energy-saving properties, as well as the ability to create healthy and cozy living spaces. The article discusses some modern trends in wooden architecture that complement the environmental benefits of this material.*

Keywords: *wood, wooden architecture, carbon neutrality.*

НЕКРАСОВ Андрей Борисович

архитектор, заведующий кафедрой архитектуры жилых зданий, кандидат архитектуры, Московский архитектурный институт (государственная академия), Россия, г. Москва

БАРАННИК Софья Павловна

студентка кафедры архитектуры, Московский архитектурный институт (государственная академия), Россия, г. Москва

**ФОРМИРОВАНИЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЦЕНТРОВ
В ПЕРИФЕРИЙНЫХ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛАХ**

***Аннотация.** МЦК – Московское центральное кольцо – проходит через 26 районов города. На сегодняшний день лишь небольшая часть павильонов МЦК функционирует как полноценная часть полотна города: зачастую пешеходные связи оказываются нарушенными из-за большого количества непреодолимых транспортных полос, индифферентной застройки. В работе исследуется типология общественных центров в периферийных транспортных узлах.*

***Ключевые слова:** транспортный узел, многофункциональный общественный центр, периферия.*

Настоящее исследование посвящено формированию новых архитектурных объектов транспортной инфраструктуры – многофункциональных транспортно-пересадочных узлов, развитию их в полноценные общественные центры, эффективно распределяющие потоки людей, вместе с тем являющиеся частью социальной жизни районов.

Феномен периферийных районов – это общая проблема мегаполисов. Периферийные районы в подавляющем большинстве городов изначально создавались как своеобразный антипод центру, где апробировались экспериментальные теории, реализация которых была невозможна в условиях сложившейся застройки центральной части города. За счет периферии решались проблемы расселения, с которыми не справлялся центр города, при этом развитие территории не рассматривалось как задача. Периферия – это, прежде всего, территория функционирования, а не развития. Специфика формирования периферийных районов с позиций стандартизации и унификации нашла прямое отражение в характеристиках общественных пространств.

Комплекс обостряющихся с каждым годом проблем периферийных районов Москвы сделал их ареной для трансформаций. Однако не стоит забывать, что все имеющиеся на настоящий момент проблемы периферии берут начало в экспериментальном подходе к освоению этих территорий, лишенном единого

плана развития и поэтому превратившего обширную территорию в не связанные между собой обрывки планировочных экспериментов. Именно поэтому сейчас возникает потребность в утверждении некой единой стратегии реконструкции, мастерплана территории, действующего на основе единых принципов и позиций, но в то же время дающего возможность формирования уникальности каждого района. Разработка методов проектирования и реконструкции существующих периферийных площадей Москвы должна опираться на детальный предварительный анализ специфики периферии Москвы с выявлением наиболее перспективных участков для развития городских локальных центров социокультурной и деловой активности.

Территория периферии Москвы зажата между МКАД и ТТК. Можно говорить о расположении периферии фактически между двух центров – исторического центра Москвы и торгово-магистральной зоны МКАД, потребительские функции которой создают неполноценную альтернативу историческому центру. Периферия не может функционировать совместно с центром города по причине удаленности и неразвитости транспортной сети (центростремительное движение), при этом она с небольшой долей вероятности может функционировать как единый организм (центробежное движение), поскольку расположение основных транспортных артерий Москвы

разрезает периферию на четко обособленные сегменты. Таким образом, неизбежно развитие периферии как фрагментированного образования с системой локальных центров.

сохраняется и вступает во взаимодействие с новообразованными общественными центрами и градостроительными структурами.

Вопросы функционирования, формирования и развития ТПУ стали широко рассматриваться в научной специализированной литературе с середины 60-х годов XX века. Научно-теоретическая база исследований в этой области включает себя научные труды учёных:

– по технико-технологическим вопросам: З.В. Азаренковой, А.П. Артынова, Е.В. Архангельского, В.М. Батырёва, И.А. Боженко, А.А. Бычковой, С.П. Вакуленко, Д.Н. Власова, П.В. Голубева, С.В. Земблинова, И.А. Илюхиной, А.Д. Каретникова, Е.В. Копыловой, Ф.П. Кочнева, Е.П. Левковской, И.А. Молодых, В.Я. Негрея, Е.А. Овчинниковой, Ю.О. Пазойского, В.А. Персианова, М.А. Пиир, В.В. Поворженко, Н.В. Правдина, С.М. Резера, И.Е. Савченко, Ю.А. Савчук, К.Ю. Скалова, А.К. Угрюмова, М.С. Фишельсона, А.Д. Чернюгова, Н.М. Христюк, А.А. Шрейдер, В.Г. Шубко, В.А. Щуровой и др.;

– по вопросам моделирования пассажиропотоков объектов транспортной инфраструктуры: В.В. Доенина, Т.Ю. Константиновой, А.А. Сорокина, Б.И. Торопова, Д. Хелбинга, В.В. Холщевникова и др.;

– по экономическим вопросам функционирования объектов транспортной инфраструктуры: А.В. Андреева, Р.Л. Бранзиа, В.Г. Галабурды, В.Н. Голоскокова, А.В. Гузенко, М.Ю. Елизарьева, В.Р. Захарова, Н.Н. Зюзиной, В.В. Кондратенко, П.В. Куренкова, О.А. Олениной, К.А. Сенцовой, А.В. Шабанова, Е.А. Юрковой.

Степень важности и необходимости разработки данной тематики подтверждается материалами международных и российских научно-практических конференций: «Транспортная инфраструктура МГУ: потенциал развития» (Москва, 2014 г.); «Next Station» (Москва, 2013 г.); «Успешные инвестиции в транспортно-пересадочные узлы. Идеи и практика» (Москва, 2014 г.).

Цель исследования.

Определить архитектурно-пространственные методы для формирования общественных центров в периферийных ТПУ. Разработка

новых принципов формирования транспортно-пересадочных узлов.

Задачи исследований.

1. Провести исследование территорий прилегающим к станциям метро МЦК, выявить в результате анализа проблемы и потенциальные пути их решения.

2. Выявление аналогичных ситуаций в мировом архитектурном опыте, анализ использованных методов.

3. Формирование теоретической модели исследования на основе рассмотренного опыта.

4. Применение теоретической модели на конкретной территории.

5. Описание выводов и принципов, полученных по итогам исследования.

6. Разработать по результатам исследования экспериментальные проекты.

Объектом исследования являются общественные центры, интегрированные в городской ландшафт близ объектов ТПУ МЦК.

Предметом исследования являются методы реорганизации пространств, примыкающим к станциям общественного транспорта на периферии Москвы.

Методика исследования включает разработку комплекса требований к новым общественным центрам при ТПУ; анализ новых элементов в рамках современной городской застройки; разработку принципов для образования подобных центров не только как в качестве элемента транспортной системы, но и в качестве открытого публичного пространства для проведения культурного отдыха и интеллектуального досуга.

Сделать это позволяют сравнительный, графоаналитический методы, с опорой на материал российского и международного опыта строительства подобных центров. С помощью моделирования и экспериментального метода были сделаны предложения по пространственной реорганизации городских ландшафтов.

Границы исследования.

Исследуются концептуальные разработки в области архитектурно-градостроительной организации общественных центров в городских периферийных ТПУ.

Основной интерес составляют пространства, обрамляющие ТПУ, окружённые большим количеством транспортных путей, с проблемами пешеходного доступа. Районы для исследования – с большим потенциалом для

застройки и образующейся вследствие этого нехваткой торговых точек и точек оказания услуг.

При грамотной пространственно-функциональной организации периферийных общественных центров у ТПУ, возможно решить следующие задачи:

- идентификация и ориентация в структуре жилых районов. Запоминающийся образ позволяет создать столь необходимые градостроительные акценты и сместить вектор развития с нейтральности застройки к индивидуальности каждого из районов. Акцентный образ городской площади позволит идентифицировать расположение ТПУ и пространственно зафиксировать точки основных транспортных коммуникаций, что значительно улучшит ориентацию в нейтральной застройке районов;

- создание уникального образа района. В последние годы в мировой практике репутация городского пространства становится одним из главных нематериальных активов его развития. Маркетинг и брендинг мест, возникнув совсем недавно, еще не успели сформироваться как комплексы научных знаний, и границы их компетенции пока четко не определены. Одним из главных критериев построения брендинга места является его идентичность, в особенности на фоне повсеместных глобальных стандартов. Городское общественное пространство в брендинге города – лучшая творческая площадка для «визуализации» идентичности места, в частности городского района;

- формирование периметра общественного пространства. Периметр или границы играют важнейшую роль в формировании пространства площади, так как именно они формируют ее образ как законченного градостроительного ядра района, фиксируют пространство как цель движения пешеходных маршрутов. Вне зависимости от композиционного и художественного решения площади границы пространства должны способствовать поддержанию целостности его визуального восприятия вне зависимости от композиционного и художественного решения площади, что позволит в среде свободной и текучей застройки жилых массивов периферии создать визуально завершенные акценты с выраженным периметральным движением;

- уплотнение транспортно-пешеходных связей в прилегающих жилых районах. Городская площадь как объект притяжения оказывает непосредственное и первостепенное

влияние на становление системы пешеходного каркаса. Создание системы площадей различной зоны влияния позволит интенсифицировать пешеходные перемещения и, следовательно, потребует уплотнения пешеходных связей. Таким образом жилая среда периферии обогатится мелкой улично-дорожной сетью (переулки, проезды, скверы) за счет аккумуляции движения пешеходных потоков различной интенсивности и плотности;

- обогащение городской среды периферии мелкой улично-дорожной сетью (переулки, проезды, скверы). Площади оказывают непосредственное влияние на формирование пешеходных маршрутов из жилой застройки к павильону метро. Насыщение основного маршрута второстепенными, «капиллярными» улицами и небольшими общественными зонами (например – скверами) позволит уплотнить пешеходную сеть и визуально оживить городскую среду. Некоторые типы общественных пространств должны ненавязчиво внедряться в повседневные маршруты горожан, насыщая маятниковое движение новыми впечатлениями и сопричастностью к общественной жизни города [5]. Из этого следует, что пешеходные связи между открытыми городскими пространствами, в особенности в контексте несформированной городской среды периферии, не менее важны, чем сами общественные зоны;

- создание сомасштабной человеку среды. Внимание к человеческому масштабу – один из основных критериев успешного городского пространства. Городская площадь – это пересечение масштаба города и масштаба человека. Многослойность пространственно-композиционной структуры площади позволяет, с одной стороны, масштабом и высотой отвечать ландшафтно-визуальному городскому силуэту, а с другой стороны,

- внутри своих границ формировать контрастную масштабу города камерную структуру, комфортную для посетителей;

- организация периметрального движения пешеходов по пространству площади. Периметр или границы играют важнейшую роль в формировании пространства площади, так как именно они формируют ее образ как законченного градостроительного ядра района, фиксируют пространство как цель движения пешеходных маршрутов. Вне зависимости от композиционного и художественного решения площади границы пространства должны способствовать поддержанию целостности его

визуального восприятия вне зависимости от композиционного и художественного решения площади, что позволит в среде свободной и текучей застройки жилых массивов периферии создать визуально завершенные акценты с выраженным периметральным движением.

Литература

1. Григорян Ю.Э. Археология периферии. М.: Strelka Institute. 2013
2. Власов Д.Н. Транспортно пересадочные узлы крупнейших городов (на примере Москвы): Монография. – М: Изд-во АСВ, 2009. – 96 с.
3. Голубев Г.Е. Многоуровневые транспортные узлы. – М.: Стройиздат, 1981. – С. 60-148.
4. Цайдлер Э. Многофункциональная архитектура. – М.: Стройиздат, 1988.
5. Бабуров А. Новый элемент расселения / А. Бабуров, А. Гутнов, Г. Дюментон, И. Лежава, С. Садовский и З. Харитоновна. – Москва: Стройиздат, 1966. – 127 с.
6. Иконников А.В. Всеобщая история архитектуры. Том 12. Книга первая. Архитектура СССР / под редакцией Н.В. Баранова / А.В. Иконников, В.И. Павличенков. – URL: http://ussr.totalarch.com/general_history_architecture/1941_1954/town.
7. Джекобс Д. Смерть и жизнь больших американских городов / пер. с англ. Л. Мотылев. – Москва: Новое издательство, 2011. – 460 с.
8. Линч К. Образ города / пер. с англ.: Глазьев В.Л. – Москва: Стройиздат, 1982. – 328 с.
9. Гейл Я. Новые городские пространства / Ян Гейл, Ларс Гемзо / перевод с английского – Москва: Крост Концерн, 2012. – 260 с.

NEKRASOV Andrey Borisovich

Architect, Head of the Department of Architecture of Residential Buildings,
Candidate of Architecture, Moscow Institute of Architecture, Russia, Moscow

BARANNIK Sofya Pavlovna

Student of Architecture, Moscow Institute of Architecture, Russia, Moscow

FORMING OF COMMUNITY CENTERS IN PERIPHERAL TRANSPORT HUBS

Abstract. *The Moscow Central Ring passes through 26 districts of the city. To date, only a small part of the pavilions of the MCC functions as a full-fledged part of the city's canvas: often pedestrian links are broken due to a large number of insurmountable transport lanes, indifferent buildings. The paper examines the typology of community centers in peripheral transport hubs.*

Keywords: *transport hub, multifunctional public center, peripherals.*



DOI 10.51635/27131513_2023_16_1_58

ТАТЕВОСЯН Ашот Генрикович

Член-корреспондент Российской Академии Художеств,
Член-корреспондент Российской Академии Естественных Наук,
профессор архитектуры, Мурманский государственный технический университет,
Россия, г. Мурманск

**ИДЕИ И ПРОЕКТЫ СОВЕТСКИХ И РОССИЙСКИХ АРХИТЕКТОРОВ
ЗА ПОЛЯРНЫМ КРУГОМ**

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению двух ключевых этапов в освоении и развитии Арктических территорий в контексте архитектуры и градостроительства – советского и современного. Автор статьи отмечает ключевые достижения советских партийных функционеров, исследователей и архитекторов в области застройки северных территорий. Отмечается, что импульсом к освоению Арктики стала энергодобыча. Кроме того, в статье делается вывод о преемственности современной архитектуры Арктики и сохранение патернализма в развитии данного региона. Делается вывод о том, что до сегодняшнего дня сохраняются последствия неадаптивной советской политики в области расселения граждан на Севере, а также в области проектирования моногородов. Помимо прочего, автор перечисляет амбициозные и футуристичные проекты советских и российских архитекторов, небольшая часть из которых была реализована в реальной практике.

Ключевые слова: архитектура, Советский Союз, Арктика, экологичность, коренные народности, геодезический купол, инклюзия, микророселение.

Зона Арктики занимает около 18% территории Российской Федерации. Эти обширные пространства начали осваиваться несколько столетий назад, и особенно активно – в советский период. Несмотря на продолжительную историю освоения арктических широт человеком, эти территории до сих пор заселены слабо и неравномерно; на большей их части отсутствует привычная и комфортная человеку материально-предметная среда и инфраструктура. Тем не менее именно с Арктикой связаны, пожалуй, наиболее амбициозные архитектурные, промышленные и урбанистические проекты, известные российской истории. В данной связи рассмотрим ключевые идеи и проекты, связанные с освоением и застройкой Арктики в советский период, а также современные тенденции российской архитектуры и градостроительства Севера.

Во времена Советского Союза освоение территорий Арктики велось достаточно активно – с самого начала установления большевистского режима в Арктике стали возникать новые поселения, строились научно-исследовательские станции и инфраструктурные объекты [9, с. 79];

многие из них к настоящему времени, к сожалению, пришли в упадок. Освоение Арктики стало одной из приоритетных целей советских функционеров. Присутствие советских граждан в Арктике было необходимо как с позиций экономики и промышленного развития, так и в целях поддержания военно-стратегических позиций государства на Севере.

Одним из наиболее амбициозных советских проектов, планируемых к реализации на территории Арктики, стала так называемая «Трансполярная трасса» («Трасса №501»). Строительство магистрали, которая должна была проходить по маршруту «Чум – Салехард – Игарка», началось в 1947 г. и получило статус приоритетных государственных проектов («ударная стройка»). Общая протяженность железнодорожного маршрута должна была составлять 1300 км.; строительство дороги было сопряжено с колоссальными трудностями – рабочие, набранные из числа заключенных ГУЛАГа, были вынуждены работать в условиях практически непроходимых лесов, рек и болот. В течение шести последующих лет было построено около 700 км железной дороги, но уже

практически сразу после начала строительства стала очевидной бесперспективность данного масштабного проекта. В 1953 г., после смерти И. Сталина, строительство дороги было прекращено, и практически все существующие отрезки пути были заброшены. На сегодняшний момент действует участок дороги протяженностью 200 км «Чум – Лабытнанги».

Новый всплеск интереса к освоению полярной и приполярной зоны Советским Союзом пришелся на 1960-е гг. В стране, относительно восстановившейся после Войны, к этому моменту был накоплен существенный научный и ресурсный потенциал. Практика советского государственного менеджмента к этому периоду пополнилась новым инструментарием плановой экономики – программами-планами отраслевого и территориального развития, собранными в единую «Генеральную схему развития и размещения производительных сил страны и ее районов». В рамках «Генеральной схемы» было инициировано создание колоссальных по масштабу территориально-производственных комплексов (которые, между прочим, до сегодняшнего момента формируют очертания каркаса национальной промышленной системы страны). «Схема», помимо прочего, предусматривала реализацию амбициозных стратегий по индустриальному и жилищному строительству в Арктике. Благодаря этой мере Север стал играть важнейшую роль в народно-хозяйственном комплексе СССР; «Схема» «коренным образом изменила облик самого макрорегиона» [5, с. 317] и породила десятки новых городов и поселений.

Энергетическая отрасль страны на данном этапе развивалась, во многом, и за счет освоения Арктической зоны. В 1953 г. были открыты Западно-Сибирская нефтегазовая провинция и месторождения газа в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах. В 1971 г. было инициировано обустройство месторождения Медвежье, началось строительство газопровода на Урал. В целях эффективизации транспортировки добытых ресурсов началось активное строительство трубопроводов. С 1981 по 1991 гг. была создана полномасштабная экспортная инфраструктура, включавшая трансконтинентальные маршруты доставки и распределения газа, единую систему диспетчеризации и подземного хранения газа [2, с. 92].

Естественно, строительство крупных производственных объектов и инфраструктуры сопровождалось возведением объектов жилого

фонда. Советские архитекторы при проектировании поселений на Севере предпринимали попытки учета специфических климатических условий. В данной связи планировки северных города были максимально компактными – таким образом сокращалась траектория переходов от здания к зданию и облегчалась прокладка инженерных коммуникаций.

Множество удачных проектов специальной планировки поселений на Крайнем Севере было реализовано благодаря усилиям и разработкам Ленинградского филиала Академии архитектуры. Советские архитекторы пришли к осознанию того, что страна нуждается в принципиально новых градостроительных решениях, в особой «северной» архитектуре. Уже в то время архитекторы начали высказывать перспективные идеи об избегании прямых углов в строительстве зданий, о необходимости внедрения бесшовных технологий, о целесообразности обтекаемых форм, о необходимости натуральных наблюдений за потоками ветра, солнечными потоками и отложениями снега – перед началом строительства. К сожалению, большинство этих идей в реальной практике не получили отражения, и многие города, «обслуживающие» производственные объекты, были застроены по аналогии с «типовыми» городами других регионов Советского союза [6, с. 94].

Следует отметить регулярные обращения архитекторов к вопросу об эстетическом облике «городов Севера». Очевидно, что город, находящийся в уникальных природно-климатических реалиях, на местах многовековых поселений коренных народов, должен отражать особые черты северной культуры и природы. В тот момент высказывались мысли о «насаждаемых чуждых южных формах» (особенно часто к подобным тезисам приходили архитекторы-новаторы К. Халтурин и А. Дмитриев). В архитектурных кругах стали возникать дискуссии о том, как внедрить элементы традиционной культуры коренных народов Севера в советскую архитектуру. Архитекторы обращали внимание на орнаментальное оформление, которое вполне способно было придать советской архитектуре заполярного региона особый аутентичный визуальный почерк. Архитектурная элита, таким образом, вела ожесточенную борьбу с функционерами отраслевых министерств, навязывающих следование типовым сценариям советской застройки новых городов. Архитекторы и исследователи-теоретики того периода проводили многочисленные

натурные исследования, опросы местных жителей, задавались вопросами, связанными с озеленением, обсуждали вопросы деструктивного влияния полярной ночи и низких температур на самочувствие и здоровье граждан. Как можно предположить, далеко не все инициативы удалось претворить в жизнь, хотя в целом комплексный научный и эстетический взгляд на архитектуру Севера все же был сформулирован, за счет чего периодически удавалось, пусть и в небольшой степени, корректировать правительственные стратегии в области строительства.

Советский период известен, помимо прочего, разнообразными фантастическими или, по крайней мере, радикально амбициозными архитектурными проектами. Арктика, внешне и климатически напоминая архитекторам, художникам, журналистам и писателям внеземные, космические миры, вдохновляла создателей на уникальные проекты «Севера будущего». Одним из подобных проектов, в частности, стали «города под куполом». Научным базисом для популяризации идей о городах под куполом стало открытие геодезического купола.

Геодезический купол представляет собой пространственную структуру купольной формы и низкой массы относительно внутреннего пространства. Вслед за геодезическим куполом планетария в Йене (1926 г.) проекты геодезических куполов разрабатывал глава кафедры «Архитектурные конструкции» Московского архитектурного института М. С. Туполев. Геодезические купола стали архитектурными маркерами советской эпохи за счет своего «внеземного», космического вида

Следует отметить, что в период хрущевской оттепели Арктику – «Землю будущего» предполагалось изначально застраивать исключительно «зданиями будущего» (принципиально новыми типами жилища). Одним из типов таких жилищ стали жилища под куполом, а впоследствии – «города под куполом», или криптоклиматические города. Криптоклиматический город должен был воплощать в себе все новейшие технологические достижения эпохи; купол, согласно планам советских архитекторов, должен был покрывать центр города, а жилые кварталы должны были быть соединены с ним посредством наземных переходов [4, с. 2-3]. На сегодняшний момент идея «купольного» поселения с искусственным микроклиматом

частично реализована в строительстве двух российских военных баз: «Северный клевер» в Якутии и «Арктический трилистник» на Земле Франца-Иосифа.

Как видно многие проекты в Арктике, так и не были реализованы; значимая часть из существующих объектов пришла в упадок и восстановлению не подлежит. Тем не менее это вовсе не означает отсутствие интереса к дальнейшему развитию и освоению территории Арктики в современной России. Напротив, Арктика выступает важнейшим фактором устойчивого развития Российской Федерации [11, с. 175].

Процессы освоения Арктики, градостроительства и модернизации существующих поселений Севера в 1990-х гг. оказались под влиянием процессов освоения принципиально новой модели экономического развития – рыночной (вместо планово-командной). В фокусе внимания управленцев в постсоветский период оказались Северный морской путь и Северный широтный транспортный коридор. Данные транспортные артерии обрели межконтинентальное значение и, можно сказать, ускорили темпы реализации строительных проектов в Арктике [11, с. 183].

С одной стороны, после распада Советского Союза освоение Арктики претерпело множество изменений: широкомасштабные проекты, характерные для советской мегаломании, сменились на умеренные по размерам; основные направления в градостроительстве и архитектуре были пересмотрены в пользу более современных, в учет принимаются экологические и социальные факторы, которые практически были проигнорированы советскими партийными лидерами. С другой стороны, анализ текущей практики освоения северных территорий демонстрирует сохранение некоторых черт, характерных для советской модели. По мнению О. А. Сотниковой развитие градостроительства в регионе Крайнего Севера по-прежнему реализуется в рамках патерналистской модели, когда государство (теперь уже в лице крупных корпоративных структур) несет ответственность и задает векторы развития данной территории [10, с. 56].

На современном этапе архитектурная среда в российской Арктике организована в контексте двух оппонирующих друг другу подходов – отгороженного и инклюзивного (по терминологии В. А. Савиновой [7, с. 46]). Следование

первому из подходов подразумевает нивелирование (отрицание) любых условий среды и формирование полностью искусственной среды, компенсирующей недостатки внешней (подобно вышеописанными «купольным городам»). Инклюзивный подход, в свою очередь, встречается реже и является более сложным в реализации, так как подразумевает встраивание в среду до степени симбиоза человека и природы Арктики [7, с. 46].

Современный опыт организации архитектурной среды в условиях Арктики существенно отличается от опыта других полярных государств: Россия, во-первых, обладает большей площадью арктических территорий, и, во-вторых, развивает градостроительство по иной схеме. Кроме того, российская Арктика сохраняет черты советского архитектурного и градостроительного наследия: в отличие от малых поселений Финляндии, Канады, Аляски, Исландии и других стран, отечественные города Арктики – крупные индустриальные моногорода, сформированные в непосредственной близости от градообразующих промышленных объектов (Архангельск, Мурманск, Норильск и проч.). Помимо моногородов, в российской Арктике есть и поселки городского типа, характеризующиеся малоэтажной застройкой.

В современном научном массиве встречаются попытки обоснования кардинальных преобразований подходов к архитектуре Арктики. Существуют разработки в области применения узловой дисперсной системы расселения и концепции «базового города». Под базовым городом в публикациях специалистов понимается «населённый пункт, играющий значимую роль в системе расселения, которая обеспечивается его географическим положением и наличием внешних связей» [1, с. 274]. Базовый город должен выступать инфраструктурным узлом северных районов, каркасом системы расселения. Ткань каркаса, как указывает Н. Н. Алексеев, формируется автономными градостроительными единицами – модулями. Каждый модуль, в свою очередь, состоит из двух функциональных зон: технической и профильной. Техническая зона представляет собой общественный центр поселения, исходную точку строительства коммуникаций, а профильная зона, в свою очередь, определяется назначением модуля (ресурсодобывающий модуль, к примеру, застраивается строениями ресурсодобывающих предприятий) [1, с. 275].

Некоторые архитекторы указывают на то, что наиболее перспективным трендом в градостроительстве на арктических территориях станет сооружение жилых комплексов-моноблоков вместимостью от 200 до 500 человек. Подобные моноблоки должны стать «носителями» инклюзивного подхода к полярной архитектуре и функционировать благодаря технологиям использования альтернативной энергетики, в рамках концепции «зеленой» архитектуры [10, с. 60].

Во многих исследованиях отмечается, что важным шагом по эффективизации освоения Арктики должен стать переход от традиционных крупных моногородов к созданию микропоселений. Подобный «поселковый», локальный сценарий, при этом не исключает работу крупных производственных объектов в непосредственной близости от населенных пунктов. Речь идет о том, что в небольших поселениях, расположенных вокруг промышленного объекта, гораздо проще организовать комфортную среду для работников-вахтовиков.

Развитие получают, помимо прочих, и купольные технологии. Купольные конструкции, к примеру, могут ограждать как сами поселки, создавая искусственный микроклимат, так и опасные или вредные для человека объекты – к примеру, небольшие АЭС, энергия от которых будет использована населением поселений [8].

Сохраняет остроту и актуальность вопрос о сохранении самобытности коренных народов Арктики. Известно, что за Полярным кругом на российской территории проживает 11 народностей, причисленных к коренным. Важно, помимо сохранения культуры и языков данных этнических общностей, заботиться о качестве их жизни и условиях проживания. Среди недавних мер отметим, в частности прошедшую в 2022 г. в Якутии Конференцию по обеспечению комфортной городской среды в Арктике. В 2020 г. несколько университетов России создали научно-образовательный консорциум «Будущее арктической архитектуры и динамика климата», функционирование которого направлено на реновацию городской среды в городах Якутии в контексте архитектурной инклюзии – т. е. при учёте природно-климатических особенностей Севера [8].

В заключение отметим: сложные климатические условия Крайнего Севера, неэффективная система расселения, перешедшая России «по наследству» от СССР, утратившие

актуальность технологические и градостроительные подходы, износ инфраструктуры и зданий – все эти проблемы предстоит решить России в ближайшие десятилетия. Ситуацию усугубляет также ухудшение экологической обстановки в регионе. Безусловно, российская Арктика нуждается в имплементации инновационных архитектурных и градостроительных концепций. В данной связи требуется обратить внимание на такие перспективные, на наш взгляд, меры, как отказ от реновации старого жилого фонда в пользу возведения модульных конструкций, внедрение технологий энергосбережения, образование малых поселений для вахтовых работников, возрождение идей о купольных инженерных конструкциях, эвакуация существенной части населения из аварийного жилого фонда моногородов.

Литература

1. Алексеев, Н. Н. Создание модели города замкнутого цикла в экстремальной среде Арктики на примере разработки проекта градостроительного развития поселка городского типа Тикси Республики Саха (Якутия) / Н. Н. Алексеев, С. С. Востриков // Инновации и инвестиции. – 2019. – №4. – С. 274-277.
2. Большакова, О. В. Развитие российской Арктики / О. В. Большакова // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Сер. 5, История: Информационно-аналитический журнал. – 2020. – №3. – С. 85-96.
3. Ермакова, Н. Н. Мировые тенденции концептуального проектирования в климатических условиях Арктики / Н. Н. Ермакова // Ноэма. – 2020. – №2 (5). – С. 11-21.
4. Зайцев, Н. Е. Некоторые проблемы социальной экологии и социологии в архитектуре арктических «городов под куполом» / Н. Е. Зайцев // Вестник евразийской науки. – 2018. – №6. – С. 15.
5. Зубков, К. И. Развитие российской Арктики: советский опыт в контексте современных стратегий (на материалах Крайнего Севера, Урала и Западной Сибири) / К. И. Зубков, В. П. Карпов. – М. : политическая энциклопедия, 2019. – 367 с.
6. Калеменева, Е. А. Северный климат как «враг» и как ресурс в советских урбанистических проектах арктических городов 1940-х гг. / Е. А. Калеменева // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. – 2017. – №6 (51). – С. 89-95.
7. Савинова, В. А. Методы организации архитектурной среды в экстремальных условиях Арктики / В. А. Савинова // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2022. – №1 (52). – С. 45-50.
8. Северная устойчивость: какие проекты развивают Арктику // РБК. – 2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://plus.rbc.ru/news/61a08d8b7a8aa9cf950c3d36>. – Дата доступа: 30.01.2023.
9. Селецкая, К. В. Принципы ресурсосбережения в архитектуре арктических поселений / К. В. Селецкая, С. В. Новиков // Известия КазГАСУ. – 2018. – №1 (43). – С. 79-86.
10. Сотникова, О. А. Градостроительное преобразование территории арктической зоны российской федерации: новые подходы и решения / О. А. Сотникова, Т. С. Халеева, Е. А. Саласин // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2022. – №4 (42). – С. 54-62.
11. Чайка, Е. А. Принципиальные подходы к пространственной организации северных и арктических территорий / Е. А. Чайка // АМТ. – 2022. – №1 (58). – С. 174-187.

TATEVOSYAN Ashot

Corresponding member of the Russian Academy of Fine Arts,
Corresponding member of the Russian Academy of Natural Sciences,
Professor of Architecture, Murmansk State Technical University, Russia, Murmansk

IDEAS AND PROJECTS OF SOVIET AND RUSSIAN ARCHITECTS IN THE ARCTIC REGION

Abstract. *The article is devoted to the consideration of two key stages in the development and development of the Arctic territories in the context of architecture and urban planning – the Soviet and modern ones. The author of the article notes the key achievements of Soviet party functionaries, researchers and architects in the development of the northern territories. It is noted that energy production has become an impetus for the development of the Arctic. In addition, the article concludes about the continuity of the modern architecture of the Arctic and the preservation of paternalism in the development of this region. It is concluded that to this day the consequences of the short-sighted Soviet policy in the field of resettlement of citizens in the North, as well as in the field of designing single-industry towns, remain. Among other things, the author lists the ambitious and futuristic projects of Soviet and Russian architects, a small part of which was implemented in real practice.*

Keywords: *architecture, Soviet Union, Arctic, environmentality, indigenous peoples, geodesic dome, inclusion, microvillage.*

НАУКИ О ЗЕМЛЕ, ЭКОЛОГИЯ, ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

ГУРЬЯНОВА Полина Сергеевна

студентка кафедры «Лесные культуры, селекция и дендрология»,
Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Россия, г. Мытищи

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИСТВЕННОЙ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

Аннотация. В статье лиственница рассматривается как применение этой породы для рекультивации нарушенных земель.

Ключевые слова: лиственница, осадки, почва.

Опыт использования разных видов лиственницы в условиях Московского региона насчитывает около 170 лет. За этот период был накоплен значительный объем данных об особенностях роста и развитии этого интродуцента. Среди уникальных объектов лесовосстановления можно выделить посадки К.Ф. Тюрмера в Порецком лесничестве (1856-1857 г.); М.К. Турского в Никольской лесной даче (1870-1884 гг.); В.Т. Собичевского в Лесной опытной даче Петровской земледельческой и лесной академии (1865-1870 гг.) и другие [1, с.36-40], [2, с.55-66]. В 1951–1963 гг. под руководством профессора В.П. Тимофеева и лесничего П.И. Деметьева в Бронницком лесничестве на площади более 48 га были заложены географические культуры разных видов лиственницы: сибирской, Сукачева, европейской и других [3, с.414].

Благодаря положительному опыту использования лиственницы для лесовосстановления в условиях Московского региона эта порода стала рассматриваться и с точки зрения возможности ее использования при рекультивации антропогенно нарушенных земель. В связи с этим, основной целью исследований стало изучение особенностей роста лиственницы в условиях песчаных промышленных отвалов Егорьевского месторождения фосфоритов Московской области.

Исследования проводились в течение 2019-2022 гг. в Хорловском участковом лесничестве Виноградовского лесничества (Виноградовский филиал ГКУ МО «Мособллес»), расположенном в Воскресенском районе Московской области. Культуры лиственницы были заложены в 1988 г. На пробных площадях были определены таксационные показатели искусственных насаждений; исследованы почвенно-грунтовые условия; дано описание напочвенного покрова. Большинство видов лиственницы в условиях Московского региона быстрорастущие, светолюбивые, с хорошо развитой корневой системой породы. Максимальный прирост приходится на вторую половину июня и первую половину июля. Предпочитают свежие дренированные суглинистые почвы, достаточно требовательна к влаге. В условиях высоких летних температур и сухости воздуха, особенно в молодом возрасте, могут испытывать водный стресс, и, как следствие, снижение продуктивности.

Анализ актуализированных метеорологических данных за 30-и летний период наблюдений по 4-м ближайшим к объекту исследования метеостанциям свидетельствует о достаточно большом колебании количества осадков по годам и составляет 603 до 647 мм в год. Среднегодовая относительная влажность воздуха составляет 76-79%. Наименьшие значения относительной влажности воздуха

наблюдаются в мае-июне и может снижаться в отдельные годы до 50 %. Среднемесячная температура воздуха в апреле составляет + 6,5 °С, в июле + 17,2 °С. Годовая испаряемость также имеет значительные колебания 491–620 мм в год. Таким образом, средняя годовая сумма

осадков превышает испаряемость, что свидетельствует о достаточном увлажнении. Однако, в течение вегетационного периода, с апреля по октябрь, наблюдается временный дефицит увлажнения, который может достигать в этот период 21 мм (рисунок 1).

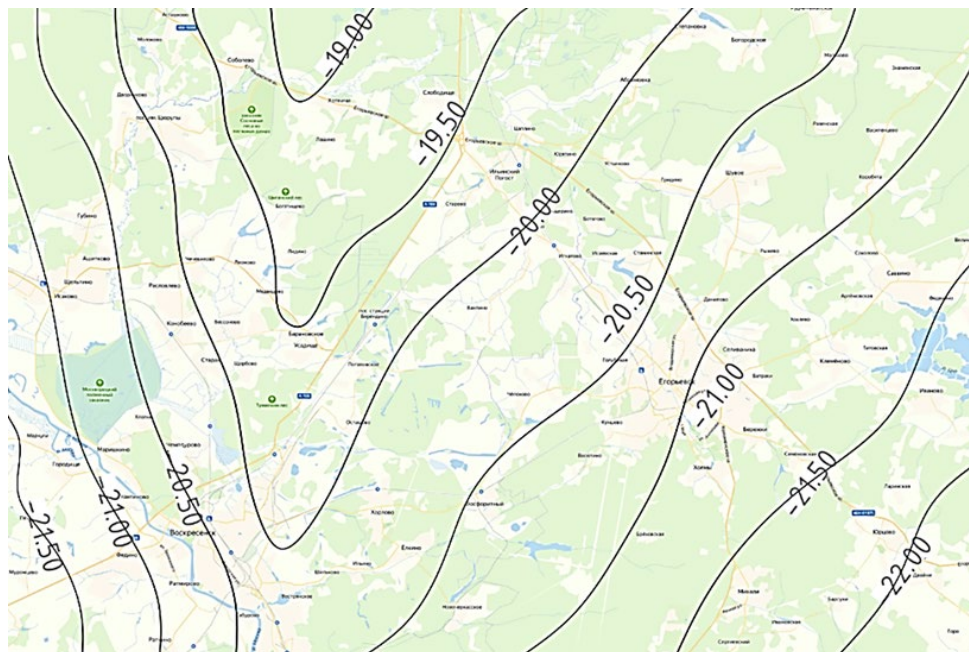


Рис. 1. Дефицит природного увлажнения Воскресенского района Московской области за период апрель-октябрь

На изучаемой территории сформировался слаборазвитый почвенный профиль на песчаных отвалах карьеров Егорьевского

месторождения фосфоритов (рисунок 2), который резко контрастирует с развитым профилем фоновых дерново-подзолистых почв.



Рис. 2. Почвенный профиль на песчаных отвалах карьеров Егорьевского месторождения фосфоритов

Главной диагностической особенностью изучаемой почвы является наличие гипса в профиле. Основным источником гипса являются включения апатита, являющиеся спутниками добычи фосфоритов. Гипс, в первую очередь, необходим растениям как источник кальция, однако, кислая среда свидетельствует о том, что кальций не задерживается в почве. Промывной водный режим и песчаный гранулометрический состав способствуют вымыванию кальция из верхней части профиля. Лиственница же предпочитает почвы с большим

содержанием минеральных веществ, а в данных условиях обнаруживает признаки плохой обеспеченности основными элементами питания [4, с.46-53].

В напочвенном покрове преобладают марьяник дубравный, подорожник ланцетный, реже встречается осока острая, клевер луговой, кислица обыкновенная. Пространственное расположение деревьев и таксационная характеристика лиственничных насаждений на пробной площади представлены на рисунке 3 и в таблице соответственно.

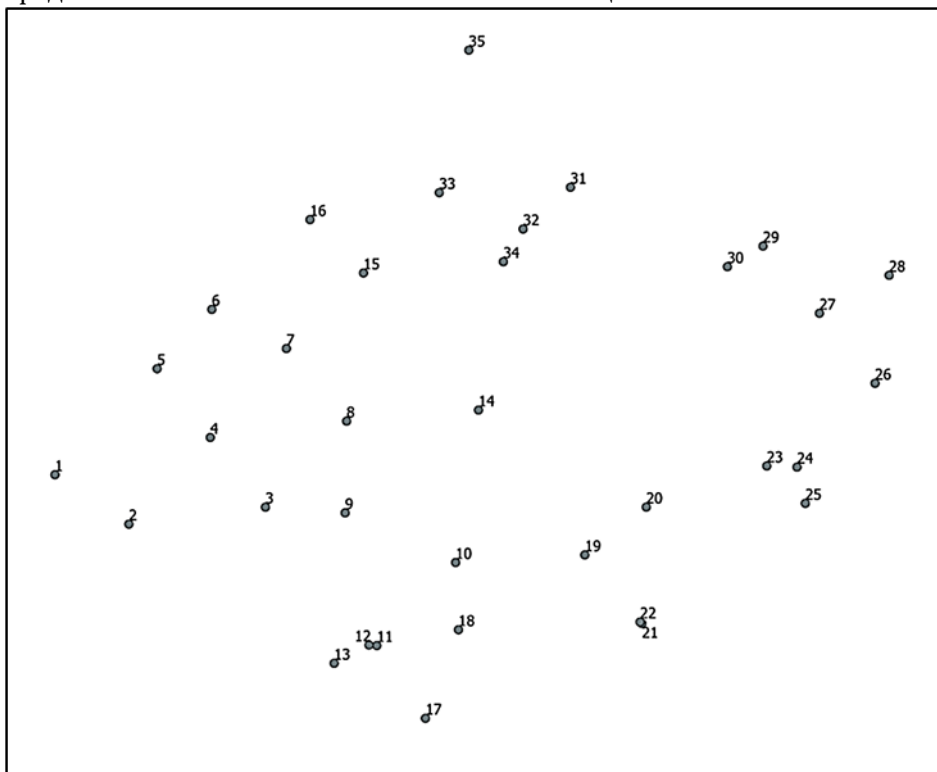


Рис. 3. Пространственное расположение деревьев на пробной площади (фрагмент)

Таблица

Таксационная характеристика лиственничных насаждений

Возраст, лет	Состав насаждения	Класс бонитета	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Полнота	Запас, м ³ /га
33	10Л	II	24,4	11,6	0,3	48,9

На рисунке 3 видно довольно значительное изреживание рядовых культур, что подтверждается таксационными данными, а именно низкой полнотой насаждения.

Анализ данных о средней ширине годового кольца показал, что в возрасте до 10 лет в период с 1986 по 1996 годы, т.е. до смыкания кроны, он максимален и достигает величины 10 мм. Ширина годового кольца хорошо коррелирует с метеорологическими факторами: среднегодовой суммой осадков и среднегодовой температурой воздуха. Так, в 1999 году наблюдалась аномально высокая температура

воздуха и низкое количество осадков. В этот год радиальный прирост лиственницы европейской упал до минимальной величины и составил 0,3 мм. Такая же ситуация наблюдалась и в 2001 году. В этот год была отмечена высокая температура воздуха и низкое количество осадков, в связи с чем, ширина годового кольца лиственницы также резко снизилась до 0,9 мм. Аномально высокие температуры 2010-2011 гг. также оказали негативное влияние на радиальный прирост лиственницы. Таким образом, активный прирост постепенно сменился уменьшением ширины годового

кольца, и к 2018 году его значение уже не превышало 2,6 мм.

Таким образом, на территории объекта исследований сформировался низкополнотный лиственничник мелкотравный II класса бонитета, что, безусловно, не должно отрицательно повлиять на возможность использования лиственницы для лесовосстановления в Московской области. Напротив, находясь в экстремальных климатических и почвенных условиях, лиственница оказалась жизнеспособной. Это позволяет продолжить применение этой породы для рекультивации нарушенных земель с учетом выявленных особенностей.

Литература

1. Мельник П.Г., Карасев Н.Н. Результаты интродукции лиственницы в северо-восточное Подмосковье // Лесной вестник. 2005. № 2. С. 36-40.
2. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Глазнов Ю.Б., Кузнецова С.Л. Лесоводственный опыт выращивания культур лиственницы в центре Русской равнины // Лесохозяйственная информация: электронный сетевой журнал. 2019. № 4. С. 55-66.
3. Корешков Н. В., Царева Е. А. Географические культуры лиственницы. Монография. – Санкт-Петербург: Научное издание, 2021. – 414 с.
4. Чернышенко О.В., Васильев С.Б. Особенности минерального питания хвойных древесных растений на промышленных отвалах Егорьевского месторождения фосфоритов // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 5. С. 46–53.

GURYANOVA Polina Sergeevna

student of the Chair of Forest Cultures, Selection and Dendrology,
Mytishchi branch of Bauman Moscow State Technical University, Russia, Mytishchi

ANALYSIS OF THE RESULTS OF THE USE OF LARCH FOR THE RECLAMATION OF ANTHROPOGENIC DISTURBED LANDS IN THE CONDITIONS OF THE MOSCOW REGION

Abstract. *In the article, larch is considered as the use of this breed for the reclamation of disturbed lands.*

Keywords: *larch, precipitation, soil.*

МЕДИЦИНА, ФАРМАЦИЯ

ДНИКЕШЕВА Жанна Сериковна

ассистент кафедры микробиологии, вирусологии, иммунологии,
Оренбургский государственный медицинский университет, Россия, г. Оренбург

ШМАКОВА Ольга Петровна

студент кафедры микробиологии, вирусологии, иммунологии
Оренбургский государственный медицинский университет, Россия, г. Оренбург

ВАСИЛЬЕВ Иван Алексеевич

студент кафедры микробиологии, вирусологии, иммунологии
Оренбургский государственный медицинский университет, Россия, г. Оренбург

Научный руководитель – д.б.н., профессор Михайлова Елена Алексеевна

РОЛЬ МИКРОБИОЦЕНОЗОВ В РАЗВИТИИ ПАТОЛОГИИ

Аннотация. В статье рассматривается многофакторное влияние микробных сообществ в развитии различных видов патологий.

Ключевые слова: микробиоценоз, гнойно-воспалительные заболевания, условно-патогенная микрофлора.

Актуальность темы обусловлена тем, что микробиоценозы являются не только важнейшим фактором в формировании иммунитета человека, но и фактором формирования патологических процессов. Последнее связано прежде всего с неблагоприятными условиями окружающей среды в эру антибиотиков, что приводит к изменениям иммунного статуса макроорганизма. Цель данной работы – оценить роль микробиоценозов тела человека в развитии патологии на основе анализа данных литературы и результатов экспериментального исследования.

Материалы и методы. Изучение и анализ литературных источников, сопоставление, обобщение экспериментальных данных по дискуссионной теме.

Результаты исследования. Человек на протяжении длительного периода времени сосуществовал с популяциями микроорганизмов, которые заселили различные биотопы в организме человека. Эволюционно данное сосуществование переросло в сложные симбиотические отношения, что в итоге привело к

формированию микросимбиоценозов. Микросимбиоценоз – это открытая, саморегулирующаяся система, в которой заселяющие ее организмы обеспечивают обмен веществ и энергией с окружающей средой, и представленная большим количеством различных популяций микроорганизмов [3].

По утверждению Е.В.Шабалдина основными представителями нормофлоры представлены следующими типами: Firmicutes, Fusobacterium, Streptococcus, Proteobacteria, Actinobacteria. В рецидивирующих патологиях верхних дыхательных путей преобладали стрептококки [4].

По данным Л.М.Азнабаевой, представителями нормальной микрофлоры слизистой ротовой полости и миндалин являются St.milleri, St.mutans, St.oralis, St.warneri. Ключевым стрептококком в межмикробном взаимодействии является St.warneri за счет биосинтеза низкомолекулярных пептидов – лектинобиотиков, обеспечивая стабильность микробиоценозов. При изоляции из нормофлоры, данные стрептококки подавляли рост бактерий-ассоциантов и увеличивали рост патогенных

микроорганизмов. Наиболее частыми вариациями, выделенными путем соскобов со слизистой являются: *St.warneri-S.aureus* (38%), *St.warneri-S.epidermidis* (23%), *St.warneri-S.haemolyticus* (26%), *St.warneri-St.mutans* (19%), при этом численность популяции самих стрептококков варнери увеличивалась в 2-3 раза. Л.М.Азнабаева в своих исследованиях предполагает, что в основе возникновения хронических заболеваний ротовой полости и миндалин основная роль принадлежит *S.epidermidis* при увеличении факторов патогенности у представителей условно-патогенной микрофлоры слизистых оболочек миндалин. Возбудителем данных заболеваний являются условно-патогенные аэрококки, выделенные путем соскобов слизистой у 20% здоровых пациентов и у 18% больных [1].

Также еще одной категорией важнейших патологий, связанных с нарушением микробиоты кишечника, являются сердечно-сосудистые заболевания. По данным Adilah F., изменение состава кишечного биома и связанных с ним метаболитов (триметиламин-N-оксид желчные кислоты, ВЖК), влияющие на гомеостаз организма человека, может влиять на патогенез таких заболеваний как атеросклероз, инсульты, инфаркты, острый коронарный синдром и др. [8].

ЖКТ – формирование благоприятного для обитания условно-патогенных микроорганизмов, среди них можно выделить основные типы: Firmicutes, Actinobacteria, Verrucomicrobia, Proteobacteria. Симбиотические отношения между хозяином и микроорганизмом способствуют росту полезных бактерий, способствующих перевариванию пищевых веществ, синтезу витаминов, регуляция эпителиального барьера слизистой оболочки, и подавление патогенных бактерий. При нарушениях целостности упомянутого выше эпителиального барьера, способствует распространению либо непосредственно бактерий, либо продуктов бактериальной жизнедеятельности, например, эндотоксинов [4].

Условно-патогенные представители нашей микробиоты способны вызвать гнойно-воспалительные заболевания кожи и мягких тканей. Основными возбудителями являются *S. aureus* и *S. pyogenes*. Наряду с грамположительными кокками среди наиболее распространённых патогенов заболеваний имеют место быть *E. coli*, *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.*, *Enterobacter spp.* Они обладают рядом факторов патогенности и при нарушении целостности кожных барьеров

и слизистых оболочек транслоцируются в глуболежащие стерильные ткани и вызывают гнойно-воспалительные заболевания. Согласно данным СМММ, в 43% случаев энтеробактерии выделены при флегмонах различной локализации, в 12% – из трофических язв при синдроме диабетической стопы, в 6% – при гангренах, в 5% – при абсцессах, в 4% – при инфицировании пролежней [2].

За последние несколько десятилетий были идентифицированы онкогенные микроорганизмы, причем 11 инфекционных патогены, занесенные в список канцерогенов 1-го класса Международным агентством по исследованию рака (МАИР). На четыре из этих возбудителей, *Helicobacter pylori*, вирус папилломы человека высокого риска (ВПЧ), вирус гепатита В и вирус гепатита С, приходится 90% случаев инфекционного рака во всем мире. Известными примерами также являются: *Fusobacterium nucleatum* при колоректальном раке, *Porphyromonas gingivalis* при раке поджелудочной железы и раке полости рта, оба ассоциированы с микробиомом полости рта, а также с резидентами кишечного микробиома *Escherichia coli* и *Bacteroides fragilis* [6].

Микробиота модулирует иммунные функции, а специфические штаммы кишечных микробов воздействуют на клетки иммунной системы, модулируя кишечные, а также системные иммунные реакции, таким образом, воздействуя на кости. Дисбактериозы кишечника могут привести к избыточной выработке воспалительных цитокинов, что способствует активации остеокластов и, как следствие, к резорбции кости и ингибированию костеобразования, что в конечном итоге приводит к уменьшению костной массы и остеопорозу. В этом огромную роль играет представитель микробиоты микроРНК (miRNAs) [7].

Микробиоценозы, формируемые еще с рождения, представлены в основном условно-патогенными микроорганизмами. Они находятся в симбиотических отношениях с человеком, но под воздействием неблагоприятных влияний становятся ключевыми факторами в развитии патологических процессов. Так, возбудителями заболеваний ротовой полости и миндалин являются *S.epidermidi*, аэрококки. Причинами атеросклероза, остеопорозов могут выступать дисбактериозы в ЖКТ. Помимо этого, *Helicobacter pylori*, *Fusobacterium nucleatum* и *Escherichia coli* могут быть причиной развития рака. Таким образом, микробиоценозы играют

одну из главных ролей в развитии патологий, но в то же время остаются одним из важнейших составляющих нашего организма.

Литература

1. Азнабаева Л.М. Микробиологические критерии диагностики хронического тонзиллита у часто болеющих детей / Л.М. Азнабаева, Б.Я. Усвяцов // Педиатрия. – 2012. – Том 91. – № 2.
2. Жилина С.В. Энтеробактерии при гнойно-воспалительных заболеваниях кожи и мягких тканей / Жилина С.В., А.Ю. Миронов, С.В.Поликарпова // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». – 2008. – № 1.
3. Перунова Н.Б. Биорегуляция микросимбионтов в микросимбиозе кишечника человека / Н.Б. Перунова // Микробиология. – 2011. – С. 40-43.
4. Шабалдин А.В. Особенности микробиома верхних отделов респираторного тракта у детей с рецидивирующими респираторными заболеваниями / А.В. Шабалдин, Е.В. Шабалдина, А.С. Симбирце // Инфекция и иммунитет. – 2017. – Том 7, № 4. – С. 341-349.
5. Adilah F. Ahmad The gut microbiome and cardiovascular disease: current knowledge and clinical potential / Adilah F. Ahmad, Girish Dwivedi, Fergal O’Gara Jose Caparros-Martin, and X. Natalie, C. Ward // Microbiota and Cardiovascular Disease. – 2019. – 317: H923-H938.
6. Claire M. Doocey The impact of the human microbiome in tumorigenesis, cancer progression, and biotherapeutic development / Claire M. Doocey, Karen Finn, Craig Murphy1 and Caitriona M. Guinane1// Doocey et al. BMC Microbiology. – 2022. – 22:53.
7. Massimo De Martinis The Osteoporosis/Microbiota Linkage: The Role of miRNA / Massimo De Martinis, Lia Ginaldi, Alessandro Allegra, Maria Maddalena Sirufo, Giovanni Pioggia, Alessandro Tonacci and Sebastiano Gangemi // International Journal of Molecular Sciences. – 2020. – 21. – 8887.
8. Wenyi Zhou Implication of Gut Microbiota in Cardiovascular Diseases / Wenyi Zhou, Yiyu Cheng, Ping Zhu, M. I. Nasser, Xueyan Zhang, and Mingyi Zhao // Oxid Med Cell Longev. – 2020. – 2020: 5394096.

DNIKESHEVA Zhanna Serikovna

Assistant of the Department of Microbiology, Virology, Immunology,
Orenburg State Medical University, Russia, Orenburg

SHMAKOVA Olga Petrovna

student of the Department of Microbiology, Virology, Immunology,
Orenburg State Medical University, Russia, Orenburg

VASILIEV Ivan Alekseevich

student of the Department of Microbiology, Virology, Immunology,
Orenburg State Medical University, Russia, Orenburg

Scientific Advisor – Doctor of Biological Sciences, Professor Mikhailova Elena Alekseevna

THE ROLE OF MICROBIOCENOSSES IN THE DEVELOPMENT OF PATHOLOGY

Abstract. *The article examines the multifactorial influence of microbial communities in the development of various types of pathologies.*

Keywords: *microbiocenosis, purulent-inflammatory diseases, conditionally pathogenic microflora.*

Актуальные исследования

Международный научный журнал

2023 • № 16 (146)

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

Сайт: <https://apni.ru/>

Отпечатано в ООО «ЭПИЦЕНТР».

Номер подписан в печать 24.04.2023г. Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.
308010, г. Белгород, пр-т Б. Хмельницкого, 135, офис 40