

**ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**  
на диссертационную работу Мироновой Полины Демьяновны на тему  
**«Алгоритм оценки момента приёма синхроимпульса в системе квантового распределения ключа на основе отсчётов со смежной пары временных сегментов»**

Миронова (Линенко) Полина Демьяновна в 2013-2019 гг. проходила обучение в Южном федеральном университете (очная форма обучения) по специальности «Информационная безопасность телекоммуникационных систем». Обучение завершено с получением диплома с отличием.

В 2019 г. зачислена в аспирантуру (очная форма обучения) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» по направлению подготовки 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи, как победитель конкурсного отбора на предоставление гранта на обучение по программам научно-педагогических кадров в аспирантуре Южного федерального университета. Аспирантура окончена с успешной защитой научно-квалификационной работы в 2023 г.

Актуальной научной задачей, решаемой Мироновой П.Д. в диссертационной работе, является обеспечение безопасности передаваемых данных между легитимными пользователями. Лидирующей системой по обеспечению секретности передаваемой информации на сегодняшний день является система квантового распределения ключа (КРК). Для качественного распределения ключа между станциями необходима точная и стабильная синхронизация.

Известен ряд алгоритмов синхронизации приёмопередающей и кодирующей станций автокомпенсационной системы КРК, к недостаткам которых можно отнести малую протяжённость линии связи между станциями, большое время синхронизации. Для решения проблемы снижения времени вхождения в синхронизм известен подход, заключающийся в анализе смежных пар временных сегментов на основе сравнения суммы отсчётов со смежной пары сегментов с пороговым уровнем или на основе выбора смежной пары сегментов с максимальным суммарным отсчётом. Проблема обнаружения синхросигнала может рассматриваться как проблема оценки момента приёма синхросигнала, состоящая в последовательном поиске сигнальной смежной пары сегментов («грубая» оценка) и вычислении временного отклонения синхроимпульса относительно начала смежной пары сегментов («точная» оценка). Однако указанные алгоритмы предполагают поиск синхросигнала без анализа и коррекции ошибочных решений, что ведет к увеличению ложной синхронизации станций вследствие регистрации шумовых импульсов.

Таким образом, уменьшение времени синхронизации при обеспечении вероятности обнаружения синхронизации не хуже заданного уровня за счёт внедрения оптимального алгоритма оценки момента приёма синхроимпульса станций автокомпенсационной системы КРК на основе отсчётов со смежной пары сегментов с добавлением этапа тестирования для отбраковки ошибочных решений является актуальной научной проблемой.

Исследования диссертанта направлены на снижение времени синхронизации станций системы КРК путём анализа отсчётов со смежных пар временных сегментов при гарантии отбраковки ошибочных решений и обеспечении вероятности обнаружения синхронизации не хуже заданного уровня. Таким образом, диссертационные исследования направлены на разработку и исследование алгоритмов, включая цифровые, обработки сигналов и информации в радиотехнических устройствах и системах различного назначения, в том числе синтез и оптимизация алгоритмов обработки, что соответствует пункту 5 паспорта специальности 2.2.13.

Анализ существующих технических решений аппаратуры синхронизации

позволил соискателю выявить недостатки и слабые места подсистем синхронизации и разработать структуры подсистем синхронизации согласно предложенным двухэтапным алгоритмам грубой оценки момента приёма синхросигнала на основе отсчётов со смежной пары временных сегментов, гарантирующих отбраковку ошибочных решений и обеспечение вероятности обнаружения синхронизации не хуже заданного уровня. Это соответствует пункту 5 паспорта специальности 2.2.13.

В ходе диссертационных исследований аспирантом получены аналитические выражения для расчёта характеристик двухэтапных алгоритмов грубой оценки момента приёма синхросигнала на основе отсчётов со смежной пары временных сегментов с учётом свойств среды распространения. Это соответствует пункту 5 паспорта специальности 2.2.13.

Разработаны два программных продукта, позволяющие моделировать синтезированные алгоритмы грубой оценки момента приёма синхроимпульса в автокомпенсационной системе КРК на основе анализа суммы отсчётов со смежной пары сегментов. Это соответствует пункту 5 паспорта специальности 2.2.13.

К новым научным результатам диссертационной работы относятся:

- двухэтапные алгоритмы грубой оценки момента приёма синхросигнала на основе сравнения суммы отсчётов со смежной пары сегментов с пороговым уровнем и на основе выбора смежной пары сегментов с максимальным суммарным отсчётом в системе КРК с добавлением этапа тестирования, обеспечивающие вероятность обнаружения не хуже заданного уровня;
- методика выбора порогового уровня для обеспечения заданной вероятности ложного срабатывания в паре шумовых временных сегментов;
- аналитические выражения для расчёта энергетических, временных и вероятностных характеристик двухэтапных алгоритмов грубой оценки момента приёма синхросигнала на основе отсчётов со смежной пары временных сегментов с учётом свойств среды распространения.

Практическая значимость работы заключается в разработке двухэтапного алгоритма оценки момента приёма синхроимпульса на основе сравнения суммы отсчётов со смежной пары сегментов с пороговым уровнем при обеспечении вероятности успешного поиска и успешного тестирования более 99 %, позволяющего снизить среднее время успешного поиска и синхронизации в 2 и 1,33 раза соответственно при среднем числе фотонов в синхроимпульсе 5, по сравнению со вторым разработанным двухэтапным алгоритмом оценки момента приёма синхроимпульса на основе выбора смежной пары сегментов с максимальным суммарным отсчётом. Разработана методика выбора порогового уровня в алгоритме на основе порогового теста при обеспечении вероятности ложного срабатывания в шумовой паре сегментов не хуже заданного уровня. Разработана методика проектирования аппаратуры обнаружения синхросигнала на основе анализа суммы отсчётов со смежной пары сегментов с пороговым уровнем для волоконно-оптических и атмосферных систем КРК. Предложены структуры подсистем синхронизации согласно предложенным двухэтапным алгоритмам оценки. Сформулированы рекомендации по выбору оптимального алгоритма оценки: при ориентации на быстродействие целесообразен выбор двухэтапного алгоритма оценки на основе порогового теста, по сравнению с двухэтапным алгоритмом на основе поиска максимального суммарного отсчёта. Разработаны два программных продукта для ЭВМ, позволяющие моделировать синтезированные алгоритмы грубой оценки момента приёма синхроимпульса в автокомпенсационной системе КРК на основе анализа суммы отсчётов со смежной пары временных сегментов.

Результаты диссертационных исследований, посвящённые разработке двухэтапных алгоритмов оценки момента приёма синхроимпульса в автокомпенсационной системе КРК на основе анализа суммы отсчётов со смежной пары временных сегментов, связаны с научным направлением кафедры

информационной безопасности телекоммуникационных систем ЮФУ и внедрены в ее учебный процесс, а также в программу повышения квалификации «Квантовые коммуникации», реализуемую в Институте компьютерных технологий и информационной безопасности на основе приказа об утверждении дополнительной образовательной программы № 298 от 27 февраля 2023 г.

В целом диссертационная работа Мироновой П. Д. представляет целостное исследование, включающее постановку и решение актуальной научной задачи разработки алгоритма синхронизации станций системы КРК, обеспечивающего снижение времени вхождения в синхронизм при гарантированной отбраковке ошибочных решений на этапе поиска и обеспечении вероятности обнаружения синхронизации не хуже заданного уровня. Это свидетельствует о зрелости и самостоятельности диссертанта как научного работника.

Останавливаясь на характеристике общественной и научно-педагогической деятельности соискателя, следует отметить, что Миронова П. Д. за время работы над диссертацией проявила себя высококвалифицированным специалистом в области информационной безопасности, способным к самостоятельным исследованиям.

Оценивая выполнение поставленных перед соискателем задач, следует отметить современный математический аппарат и теории обнаружения для синтеза алгоритма грубой оценки момента приёма синхросигнала в системе КРК, применение машинного моделирования двухэтапных алгоритмов синхронизации системы КРК. Увлечённость, умение критически оценивать результаты своих исследований – качества, которые проявил соискатель в ходе выполнения работы. Полученные Мироновой П. Д. результаты свидетельствуют, что она обладает качествами, необходимыми для научной деятельности.

Научный руководитель, доктор технических наук, профессор Румянцев Константин Евгеньевич, зав. кафедрой «Информационная безопасность телекоммуникационных систем»

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет»

Институт компьютерных технологий и информационной безопасности

Адрес: 347928, г. Таганрог, ул. Чехова, 2

Тел. 8 (8634) 68-08-90 IP 300-39

e-mail: [rumpyancev@sfedu.ru](mailto:rumpyancev@sfedu.ru)

Персональная страница: <https://sfedu.ru/person/rumpyancev>

Специальность: 05.12.20 «Оптические системы локации, связи и обработки информации».

Я, Румянцев Константин Евгеньевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

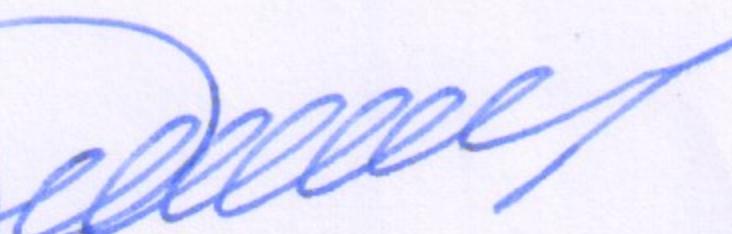
«17» декабря 2023 г.

 К. Е. Румянцев

Подпись заведующего кафедрой  
информационной безопасности  
телекоммуникационных систем 

Директор института компьютерных технологий  
и информационной безопасности  
Южного федерального университета

«17» декабря 2023 г.

 Г. Е. Веселов

