

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.384.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 15 февраля 2022 г. № 1/22
о присуждении Чжао Лэю, гражданину Китайской Народной Республики,
ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Метод и алгоритмы повышения безопасности открытой
сети связи с наземными подвижными объектами»
по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций
принята к защите 23 ноября 2021 года, протокол № 3/21, диссертационным
советом Д 24.2.384.01, созданным на базе Федерального государственного
автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-
Петербургский государственный университет аэрокосмического
приборостроения» (ГУАП), Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67,
лит. А, приказ №741/нк от 08.07.2015 г.

Соискатель Чжао Лэй, 6 января 1987 года рождения, гражданин
Китайской Народной Республики, в 2012 г. окончил федеральное
государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный
политехнический университет», присуждена степень магистра техники и
технологии по направлению «Телекоммуникации».

В период с 03 июля 2018 г. по 02 июля 2021 г. соискатель Чжао Лэй
прикреплен к ГУАП для подготовки кандидатской диссертации без освоения

программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и сдачи кандидатского экзамена по специальной дисциплине.

Удостоверение № 34303 о сдаче кандидатских экзаменов по дисциплинам «Иностранный язык (английский)» и «История и философия науки» выдано федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО» 19.05.2021.

Справка об обучении (периоде обучения) № 12 о сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине выдана ГУАП 19.05.2021.

Диссертация выполнена на кафедре технологий защиты информации ГУАП, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Карманов Андрей Геннадьевич, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», кафедра технологий защиты информации, доцент.

Официальные оппоненты:

1. Рогозин Евгений Алексеевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры автоматизированных информационных систем органов внутренних дел федерального государственного казенного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации»

2. Платонов Владимир Владимирович, кандидат технических наук, доцент Института кибербезопасности и защиты информации федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург, в своем положительном заключении, подписанным и.о. директора института информационных систем и геотехнологий РГГМУ, доктором технических наук, профессором Истоминым Евгением Петровичем, и.о. заведующего кафедрой информационных технологий и систем безопасности РГГМУ, доктором технических наук, профессором Бурловым Вячеславом Георгиевичем и доцентом кафедры информационных технологий и систем безопасности РГГМУ, кандидатом технических наук, доцентом Грызуновым Виталием Владимировичем, утвержденном и.о. проректора ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет» по научной работе, проректором по развитию, кандидатом юридических наук, доцентом Леонтьевым Денисом Валентиновичем, указала, что диссертационная работа Чжао Лэя представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу на актуальную тему, выполненную автором самостоятельно на достаточном научном уровне. Полученные диссидентом научные результаты имеют существенное значение для теории и практики построения систем защиты информации, передаваемой по беспроводным сетям, в частности между мобильными объектами. Диссертация соответствует критериям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, а ее автор Чжао Лэй заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 11 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК, опубликовано 5 работ. Получены акты о внедрении результатов диссертационной работы в ЗАО «Институт телекоммуникаций» и ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и

оптики». Общий объем научных публикаций составляет 2,375 печатных листов, из которых 2 листа отражают личный вклад соискателя.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Чжао Лэй, Карманов А.Г., Бондаренко И.Б., Ткачев К.О. Оценка живучести сложных информационных систем связи с подвижными объектами // Информация и Космос, том №3, 2015. С. 36-41. (объем 0,75 п. л. / авторский вклад 0,625 п. л.)

Личный вклад: соискателем произведена оценка времени живучести систем связи с подвижными наземными объектами, использующими известные протоколы радиосвязи, то есть того интервала времени, после которого уровень безопасности при обмене информацией между объектами становится ниже критического.

2. Чжао Лэй, Карманов А.Г., Бондаренко И.Б., Ткачев К.О. Определение вероятности отказа в обслуживании при росте числа наземных подвижных объектов открытой системы связи линейного типа // Информация и Космос, том №1, 2016. С. 62-66. (объем 0,625 п. л. / авторский вклад 0,5 п. л.)

Личный вклад: соискателем разработан метод для определения соответствия параметров линейной открытой системы радиосвязи вероятности отказа в обслуживании при передаче информации от источника к приемнику.

3. Чжао Лэй, Иванова Е.А., Карманов А.Г., Бондаренко И.Б. Обзор методов, применяемых при проектировании защищенных систем связи геоинформационных систем // Информация и Космос, том №2, 2017. С. 53-56. (объем 0,5 п. л. / авторский вклад 0,375 п. л.)

Личный вклад: соискателем произведена оценка применимости компонентов беспроводных сетей для разработки защищенных систем связи на основе анализа параметров живучести.

4. Чжао Лэй. Модели оценки защищенности системы связи с наземными подвижными объектами // Информация и Космос, том №4, 2019. С. 90-93. (объем 0,5 п. л.)

В диссертации Чжао Лэя отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах соискателя, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили **отзывы из 9 организаций (все отзывы положительные):**

1. АО «Концерн «Океанприбор» (подписал заместитель начальника учебно-методического центра, кандидат технических наук, Дементьев Илья Игоревич). Замечания: 1) В диссертации не исследована ситуация, когда один или несколько параметров системы беспроводной связи неизвестны разработчику. 2) В тексте не описана процедура выбора параметров сжимающей функции искусственного нейрона сети.

2. Санкт-Петербургский филиал ФГБУН Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН (подписал заместитель директора по науке, доктор технических наук, профессор А.Г. Коробейников). Замечания: 1) Безальтернативность метода настройки параметров искусственной нейронной сети. 2) В диссертации не в полной мере учтена возможность воздействия различных видов атак на защищенность системы связи.

3. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» (подписал заведующий кафедрой информационных систем и технологий, кандидат технических наук, доцент Вагизов Марсель Равильевич). Замечания: 1) Показатель защищенности системы связи определен для фиксированного набора параметров, а хотелось бы демонстрации изменения этого показателя при их варьировании. 2) Точность определения показателя защищенности носит абстрактный характер.

4. ООО «Лаборатория инфокоммуникационных сетей» (подписал начальник научно-исследовательского отдела, кандидат технических наук, доцент Хворов Игорь Алексеевич). Замечания: 1) В автореферате недостаточно полно раскрыто влияние угроз системам беспроводной связи с наземными

подвижными объектами на работу предложенного метода и алгоритмов. 2) Не рассмотрена возможность формирования обучающего множества для определения момента отказа в обслуживании линейного участка сети связи, используя стандартные распределения.

5. ЧОУ ВО «Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики» (подписал доцент кафедры ИТиМ, кандидат технических наук, доцент С.А. Иванов). Замечания: некоторая непоследовательность изложения материалов исследования, а также безальтернативность метода настройки параметров искусственной нейронной сети.

6. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России» (подписал заместитель начальника центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности - начальник отдела информационного обеспечения населения и технологий информационной поддержки РСЧС и пожарной безопасности, кандидат технических наук, доцент Турсенев Сергей Александрович). Замечания: 1) Не произведена оценка трудоемкости представленной методики при изменении множества параметров, значения которых являются входами искусственной нейронной сети. 2) При программной реализации разработанных алгоритмов использован отечественный пакет NeuroPro, при этом не исследованы вопросы применения других сред программирования, таких как MatLab и т.п.

7. ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (подписал профессор кафедры «Электрическая связь», доктор военных наук, профессор А.А. Привалов). Замечания: 1) Модель угроз и нарушителя представлена недостаточно полно. Не рассмотрены каналы осуществления атак и методы их реализации. 2) В тексте автореферата не приводится сопоставительных оценок результатов, получаемых с использованием нейронных сетей с данными, полученными другими методами.

8. АО НПП «Авиационная и морская электроника» (подписал начальник отдела поисковых и прикладных исследований, кандидат технических наук, доцент С.А. Федоров). Замечания: 1) В исследованиях не нашел отражение вопрос учета ландшафта местности при исследовании структурной живучести беспроводной сети связи. 2) Недостаточно полно проведен анализ по сравнению нейронной сети с другими подходами для решения поставленной задачи исследования.

9. АО «Вяртсиля Цифровые Технологии» (подписал начальник отдела баз данных, кандидат технических наук и кандидат экономических наук, Д.Ф. Селиванов). Замечания: 1) В исследовательской части слишком подробно описан порядок настройки искусственной нейронной сети под решаемые диссертантом задачи. 2) Не рассмотрена возможность применения других алгоритмов обучения искусственной нейронной сети, например, без учителя, а также сужено множество возможных структур: рассмотрены только полносвязные варианты.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается фундаментальным характером научных исследований, большим опытом и достижениями в области разработки современных телекоммуникационных систем и наличием соответствующих публикаций, в том числе в ведущих журналах, определенных ВАК при Минобрнауки России. Выбор ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет» в качестве ведущей организации обусловлен огромным опытом настоящего учреждения в области беспроводных сетей, а также большим числом публикаций в данной предметной области.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан метод определения показателей защищенности открытых систем связи с наземными подвижными объектами, что позволяет использовать их на стадии разработки;

предложены алгоритм настройки искусственных нейронных сетей для определения показателей защищенности систем связи с возможностью подстройки весов нейронов в соответствии с решаемой задачей, а также алгоритм прогнозирования устойчивости беспроводной сети в изменяющихся условиях;

доказана применимость разработанного метода и алгоритмов для оценки параметров проектируемых открытых систем связи, а также возможность распространения полученных результатов для решения аналогичных задач; **введено** расширение трактовки живучести сложных систем, позволяющее использовать его для оценки защищенности проектируемых систем связи с наземными подвижными объектами.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, дополняющие теорию проектирования открытых систем связи с подвижными объектами в части оценки их защищенности и живучести, в том числе при изменяющихся параметрах;

применительно к проблематике диссертации результативно и эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов

использованы аппараты теории множеств, теории графов, теории искусственных нейронных сетей, теории вероятности и математической статистики;

изложены принципы определения показателей защищенности на основе элементов теории защиты систем связи с наземными подвижными объектами;

раскрыты особенности определения показателей защищенности открытых систем связи и их влияние на настройку искусственных нейронных сетей, включая задачу прогнозирования устойчивости беспроводной сети;

изучены взаимосвязи параметров беспроводных сетей связи с наземными подвижными объектами при настройке искусственных нейронных сетей для решения поставленных задач;

проведена модернизация алгоритма многоэтапного обучения искусственной нейронной сети, анализирующей защищённость беспроводной системы связи, разрабатываемой в условиях неопределенности окончательного решения.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены метод и алгоритмы для определения защищенности разрабатываемых систем связи и настройки искусственной нейронной сети для определения показателей их защищенности, а также предложения по прогнозированию устойчивости беспроводной сети при изменении ее параметров;

определены перспективы практического применения результатов исследования для предприятий, занимающихся разработкой и использованием современных систем связи – в учебном процессе Университета ИТМО и в практике проектирования Ситуационного центра ЗАО «Институт телекоммуникаций»;

созданы практические рекомендации по настройке искусственных нейронных сетей для решения задач прогнозирования совместно с определением значимости параметров защищенности;

представлены результаты, подтверждающие перспективы использования аппарата искусственных нейронных сетей для задач определения и прогнозирования параметров и критериев защищенности сложных многокомпонентных систем.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты исследования могут быть получены с применением других пакетов математического моделирования, а также при варьировании параметров моделирования при проектировании открытых систем связи в различных условиях функционирования;

теория согласуется с известными положениями теории множеств, теории графов, теории искусственных нейронных сетей, теории вероятности и математической статистики;

идея базируется на обобщении известных методик определения показателей защищенности беспроводных систем связи с наземными подвижными объектами в аналитической форме, передовых решений и опыта отечественных и зарубежных ученых в области использования искусственных нейронных сетей для задач прогнозирования;

использованы результаты сравнения разработанных метода и алгоритмов с ранее известными практическими результатами;

установлено качественное совпадение результатов работы с результатами независимых источников по тематике исследования;

использованы современные методики сбора и обработки информации.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задач исследований, разработке теоретических решений и формулировке предложенных метода и алгоритмов, планировании исследований и экспериментов, обработке данных и интерпретации полученных результатов, обобщении результатов в виде обоснованных выводов и рекомендаций, изложении содержания исследований в форме научных публикаций и апробации результатов.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: не рассмотрена возможность формирования обучающего множества для определения момента отказа в обслуживании линейного участка сети связи, используя стандартные распределения; в тексте автореферата не приводится сопоставительных оценок результатов, получаемых с использованием нейронных сетей с данными, полученными другими методами.

Соискатель Чжао Лэй ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию по обсуждаемым научным положениям.

На заседании 15 февраля 2022 года диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи оценки защищенности проектируемых открытых систем связи с наземными подвижными объектами для обеспечения их безопасности присудить Чжао Лэю ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 10 докторов наук по специальности 2.2.15, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 16, против присуждения ученой степени – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя диссертационного совета 24.2.384.01
доктор технических наук, профессор

Бестугин Александр Роальдович

Ученый секретарь диссертационного совета 24.2.384.01
кандидат технических наук, доцент

Овчинников Андрей Анатольевич

«15» февраля 2022 года

