



Получена на
01.09.2026г.

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен (ОНС) „Доктор“

Автор на дисертационния труд: **ас. маг. инж. София Стефанова Узунова**

Тема на дисертационния труд: **СВРЪХШИРОКОЛЕНТОВИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА КОМУНИКАЦИЯ НА БОРДА НА ЛЕТАТЕЛНИТЕ АПАРАТИ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ НА ЦЕЛИ В УСЛОВИЯ НА СМУЩЕНИЯ**

Член на научното жури: **проф. д.н. инж. Ивайло Миланов Пандиев**

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение.

Свърхширококолентовите (СШЛ; на английски език Ultra-Wideband (UWB)) електронни системи представляват перспективна технология за безжични комуникации не само с приложение в индустрията, транспорта и медицината, но и в комуникация на къси разстояния или т.нар. вътрешнобордова безжична комуникация – ВББК, както и за локация, откриване и съпровождане на малоразмерни и точкови дистанционно управляеми летателни системи – ДУЛС в урбанизирана среда при наличие на различни смущения и многолъчево преотразяване. Основните предимства на свърхширококолентовите електронни системи са свързани с ниска енергийна плътност при пренасяне на голямо количество информация, висока скорост на пренос на данни ($>500\text{Ms/sec.}$ на разстояние до 10 m), точност в измерванията с подсантиметровия обхват и възможност за реализация с използване на специализирани монолитни интегрални CMOS схеми с къс канал на транзисторите.

При това, обект на изследването са възможностите за приложение на СШЛ радиокомуникационни сигнали и методите за тяхната обработка в авиационната електронна техника. По-конкретно работата е насочена към изследване на възможностите за осъществяване на радиовръзка на къси разстояния във вътрешнобордова система на летателните апарати от гражданската авиация. Използването на СШЛ радиокомуникационни сигнали би могло значително да оптимизира вътрешната структура и системата от електрически връзки в бордовите системи. Вниманието на докторанта е насочено и към изследване на възможностите за откриване и съпровождане на малоразмерни и точкови дистанционно управляеми летателни системи (ДУЛС) в урбанизирана среда, т.е. работа при наличие на значителни смущения и многолъчево преотразяване.

Считам, че избраната тема на дисертационния труд е актуална и дава допълнителни познания по изследвани проблеми. Задачите на изследванията са правилно формулирани за постигане на формулираната цел. При това резултатите от изпълнението на задачите биха могли да служат и за основа за следващи научни разработки като имат и пряка приложна стойност за проектни дейности.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал.

При разработване на дисертационния труд докторантът е проучил 146 литературни източника, от които 93 на латиница и 53 на кирилица. Литературното проучване обхваща книги, публикации в списания, доклади от конференции, техническа документация и адреси на страници в Интернет със специализирана информация по темата на дисертационния труд. Обхватът на цитираните литературни източници е приблизително от 1985 до 2025 г., като 51

са публикувани след 2016 г. Това показва, че докторантът е проучил както класически методи и техники, така и така и съвременни изследвания по темата на труда. Допълнително работата е съобразена с националното и Европейското законодателство и стандарти в областта на свръхширококолените технологии и тяхното приложение. Въз основа на извършеното проучване на състоянието на проблема е оформена глава 1 от дисертационния труд, която представлява литературен обзор, като са анализирани и класифицирани СШЛ сигнали. Обосновани са техните предимства и възможни области за използване в авиационните комуникационни системи, сензорните мрежи, както и откриване и съпровождане на малоразмерни и точкови цели, задпреградна локация, системи за глобална навигация. За целите на изследването е проведен анализ на математическите модели на сондиращи СШЛ сигнали и изискванията към тях. Оценени са някои недостатъци на методите за обработка на отразените сигнали в СШЛ радарни системи, свързани с отношение сигнал /шум, избор на алгоритми за обработка, необходимост от комбиниране на два или повече метода, трудности при физическата интерпретация на процесите на обработка и др. В края на първа глава е дефинирана цел и задачи на изследването, като според рецензента правилно са отразени областта на изследване и темата на дисертационния труд.

3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд.

Избраната методика за изследване съответства с поставената цел и задачи на дисертационния труд. В труда първоначално е извършен преглед и класификация на СШЛ сигнали с импулсна форма. Дефинирани са областите на приложение в зависимост от основните предимства на СШЛ сигнали. Представени са и методите за тяхното изследване и промените в структурата на СШЛ сигнали след излъчване, при разпространение и приемане. Оценени са и недостатъците на разгледаните методи за обработка на отразените сигнали в СШЛ радарни системи. Въз основа на извършения анализ и областите за подобрение са дефинирана цел и задачи на дисертационния труд.

След извършеното литературно проучване и анализ на приложението на СШЛ сигнали са проектирани и изследвани печатни антени (или т.нар. patch – антени) на 5,8 GHz и 6,5 GHz за осигуряване на бордова комуникационна връзка с подобрени показатели. Извършени са изчислителни процедури за определяне на основните електрически и геометрични параметри. Създаден е математически модел в средата на програмната система MATLAB за оптимизация на структурата и електрическите параметри. Проведени са симулационни изследвания в MATLAB и 3D симулационно изследване в системата Ansys HFSS за оценка на основни характеристики, като коефициент на стояща вълна, входен импеданс, насоченост и насочено действие, ефективност на излъчване и коефициент на отражение. Предложена е и методика за измерване шумоустойчивостта на бордовите комуникационни системи при въздействие със СШЛ сигнали, като е разработена технологична карта за експериментално изследване в условия, близки до работата на реалните системи.

Анализирани са и възможностите за приложение на СШЛ радиолокационни сигнали за откриване, проследяване и класифициране на малоразмерни цели (БПЛА и дроневи) в условия на смущения. Предложена е блокова схема на радар на 24 GHz за откриване и съпровождане на точкови и малоразмерни цели, както и метод за подобряване формата на сондиращия импулс чрез добавяне на коригиращ правоъгълен импулс при СШЛ радари. Доказано е че при избора на форма на сондиращи импулси на видеоимпулсен свръхширококолен радар трябва да се отчита спектралният КПД, като един от най-важните енергийни параметри. За целите на изследването за обработката на СШЛ сигнали са синтезирани предварителни съгласувани филтри, изградени на нелинейни вериги във

входните устройства на радиолокационните приемници. Синтезиран е и 16 – битов алгебричен цифров суматор за презпериодно изваждане.

4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.

Накратко основните приноси в дисертационния труд на маг. инж. София Узунова мога да сведат до изследване на възможности за приложение на СШЛ импулсни сигнали с кратка продължителност в бордовите системи, както и приложение на СШЛ импулсни сигнали за откриване, проследяване и класифициране на малоразмерни цели (БПЛА и дроне) в условия на смущения. Актуалността на изследванията се определя от нарастващите изисквания към надеждността, точността и сигурността на комуникационните системи в радиокомуникационните и радиолокационните системи за авиационната техника и технологии. СШЛ електронни системи осигуряват възможност за безжична комуникация за предаване на информация в сравнение с традиционните теснолентови системи с сложни кабелни връзки. Този тип комуникации предлага решение за високоскоростна безжична комуникация на къси разстояния с ниски смущения, отговаряща на нарастващото търсене за по-високи скорости на предаване на информация. Безжичните комуникации на борда на самолетите набират скорост като цяло и в аерокосмическата индустрия с цел допълнително подобряване на безопасността на полетите, намаляване на разходите при производството на ЛА и ограничаване на въздействието върху околната среда.

За провеждане на предвидените изследвания докторантът е извършил подробен анализ на възможностите за използване на СШЛ импулсни сигнали. Разгледани са методите за обработка на СШЛ импулсни сигнали, както и основните предизвикателства, ограничаващи масовото прилагане на СШЛ комуникационни и радиолокационни технологии. Извършена е оценка на промените в структурата на СШЛ сигнали след излъчване, при разпространение и приемане, както и оценка на методите за откриване и обработка на СШЛ отразени сигнали. Въз основа на извършения анализ докторантът е дефинирал цел и задачи на дисертационния труд в избраната предметна област. Последователно в три раздела на труда е представено изпълнението на поставените задачи, дадени са резултати от симулационни и експериментални изследвания. Всички симулации са изпълнени в средите на утвърдените програмни системи MATLAB и Ansys HFSS, които са широко използвани, както за научни изследвания така и за инженерни разработки. Експерименталните изследвания са извършени следвайки общата методология за провеждане на измервания в електрониката и телекомуникациите, като опитните постановки и условията за тестване на представени подробно в труда. Извършени са анализи на получените резултати в графичен и табличен вид и са обобщени коментари и изводи, които са основа за формулираните в края приноси на труда. Извършени са и сравнителни анализи с валидирани системи, което потвърждава достоверността на постигнатите резултати. Най-общо постиженията в дисертационния труд могат да бъдат обобщени по следния начин:

- Анализ и класификация на свръхшироколентовите импулсни сигнали (4G, 5G, 6G) с оглед изследване на възможностите за приложението им в радиокомуникационните и радиолокационните системи за ЛА. Извършено е проучване и оценка за електромагнитните смущения от СШЛ източник върху радиоелектронните системи на летателните апарати, като системата за навигация с VHF Omni-Ranging (VOR), системата за безопасно кацане при ниска видимост (Instrument Landing System (ILS)) — курсов радиофар (Localizer - LOC) и глисажен радиофар (Glide Slope - GS), системата за предупреждение за трафик и избягване на сблъсъци (Traffic Alert and Collision Avoidance System (TCAS)), радиомаякова системата за въздушен трафик (Air Traffic Control (ATC)) и VHF комуникационна система за осъществяване на разгори между бордова радиосистема и преносимо VHF радио. Установено е, че ръчен маломощен СШЛ

предавател може да смуцава радиосистемата на TCAS, ATC, ILS локалайзера и глосадния канал на ЛА. Измерването е проведено на самолет Boeing 737- 200 при нива, достигащи - 41dBm. При по-малки ЛА има вероятност от възникване на смущения и при по-ниски нива на мощността на сигнала. Извършен е анализ на математическите модели за описание на СШЛ сигнали и са описани промените в структурата на СШЛ сигнали след излъчване, при разпространение и приемане;

- Изготвени са опитни образци на печатни антени за 5,8 GHz и 6,5 GHz за осигуряване на бордова комуникационна връзка. За основен материал на подложката на антените е избран RT/duroid® 5880 с относителна диелектрична константа $\epsilon_r = 2.20$ и тангенс на диелектричните загуби $\tan\delta \approx 0.0012$ при честота на тестване 10GHz. За проверка на ефективността на създадените високочестотни устройства са извършени симулационни и експериментални изследвания. Експерименталните изследвания са проведени в безехова камера (на англ. *anechoic chamber* – „без ехо“) на акредитиран по ISO/IEC 17025 изпитателен център в България. Антените са затворени в непроводящ корпус и са оценени като самостоятелен компонент. Създадените антени са приложени за изследване шумоустойчивостта на основните бордни комуникационни и навигационни системи на реален летателен апарат;

- Предложена е методика за проверка шумоустойчивостта на основните бордови комуникационни и навигационни системи на летателните апарати, при въздействие със СШЛ шумови сигнали. Методиката почива на известни изисквания и стандарти, и е подкрепена с разработена примерна технологична карта и протокол за получени резултати от експерименталното изследване на реален ЛА по време на техническо обслужване;

- Синтезирана е блокова схема на СШЛ радар с основна честота 24GHz за откриване и съпровождане на малоразмерни цели. За синтезираната схема е проектиран нискочестотен филтър на Найкуист за потискане на шумове. Филтърът се използва като входно стъпало на 16-битов сигма-делта ($\Sigma\Delta$) аналогово-цифров преобразувател. Към аналогово-цифровия преобразувател (АЦП) са свързани четири изходни суматора, работещи в режим на презпериодно изваждане. Също така е добавена и оперативна памет за междинно съхранение на отчетите от всяко измерване. Електронната схема е реализирана върху програмируема матрица FPGA. Създаден е и алгоритъм за измерване времезакъснението на отразен от малоразмерна (точкова) цел сигнал, при използване на свръхширококолентова (СШЛ) последователност от свръхкратки (СКИ) сондиращи импулси. За реализираните електронни модули и програмно осигурява в дисертационния труд са представени резултати от проведени измервателни процедури, които потвърждават теоретичните анализи и хипотези.

5. Научни и/или научно-приложни приноси на дисертационния труд

В дисертационния труд докторантът претендира за научни-приложни и приложни приноси разпределени в две тематични направления, което се определя от поставената цел и изпълнените изследователски задачи. Приносите могат да се приемат като доказване с нови средства на съществени нови страни в съществуващи научни проблеми и теории; създаване на нови класификации, методи на изследване, нови конструкции, технологии и получаване и доказване на нови факти, както и получаване на потвърдителни факти.

Представените в дисертационния труд приноси са значими, както за научното развитие в областта на информационните и комуникационните технологии, така и за създаване на нови подходи за анализ и проектиране в радиокомуникационни и радиолокационни системи в авиационната техника. Докторантът е представил изследвания върху структурата и разпространението на сравнително сложни високочестотни импулсни сигнали с кратка продължителност, като е изследвал приложението им във вътрешно бордовите системи на летателните апарати. Определени са възможните приложения и са оценени предимствата и

недостатъците при използване на безжични връзки в системите за управление на летателни апарати. Изследвани са и възможностите за откриване и съпровождане на малоразмерни и точкови дистанционно управляеми летателни системи (ДУЛС) в урбанизирана среда. В резултат от извършените анализ са предложени методики и математически модели за оптимално управление на въздушния трафик. За изпълнение на изследователските задачи са проектирани и тествани печатни антени на 5,8 GHz и 6,5 GHz за осигуряване на бордова комуникационна връзка. Също така е реализиран и електронен модул към СШЛ радар с основна честота 24GHz за откриване и съпровождане на малоразмерни цели. Модулът включва АЦП работещ в режим на презпериодно изваждане в приемната страна.

6. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите

Познавам маг. инж. София Узунова като асистент в катедра „Електронна техника“ към ФЕТТ. Ас. инж. София Узунова е трудолюбива и отговорна притежава чувство за аналитичност и стремеж за новаторство. В три от четирите научни публикации към дисертационния труд докторантът е самостоятелен автор. Посочените по-горе качества, както и представените публикации позволява да се направи изводът, че постигнатите резултати и формулираните научно-приложни приноси са дело в значителна степен на докторанта в сътрудничество с неговия научен ръководител.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Основните резултати от дисертационния труд са представени в четири публикации, от които една на английски език в списание „International Journal of Artificial Intelligence“ реферирано и индексирено в световноизвестната база от данни с научна информация SCOPUS. Основен това списание „International Journal of Artificial Intelligence“ е в Q3 и има SJR индикатор 0,173 за 2025 г. Останалите три научни публикации са представени на научни конференции в България и публикувани в колективни томовете с научно рецензиране. Прави впечатление, че три от научните публикации са самостоятелни, включително и публикацията в списание. Всички публикации отразяват основните резултати от дисертационния труд и популяризират постигнатото от докторанта.

Докторантът не е представил документи за цитиране на публикациите. Справка в достъпните бази от данни показва, че публикациите свързани с дисертационния труд до момента не са цитирани.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика

При изпълнение на задачите по дисертационния труд докторантът е работил по успешно завършил проект № 242ПД0018-04 към НИС при ТУ – София. Постиганията от дисертационния труд са намерили приложение в обучението на студенти по специалност „Авиационна техника и технологии“ – АТТ. Предложена е и методика за измерване шумоустойчивостта на бордовите комуникационни системи при въздействие със СШЛ сигнали със импулсна форма, като е разработена технологична карта и протоколи при техническо обслужване на ЛА за експериментално изследване в условия, близки до работата на реалните системи.

9. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и на адекватността на отразяване на основните положения и приносите на дисертационния труд

Авторефератът е написан в съответствие с изискванията и образеца за изготвяне на авторефератите по дисертационните трудове, посочен в сайта "Развитие на АС - Работни документи" на ТУ – София. Авторефератът е в обем от 32 страници, формат А4. Структурата на автореферата съдържа обща характеристика, увод, три раздела, заключение и приноси.

Авторефератът завършва с анотация на английски език. Той отразява адекватно структурата на дисертационния труд, като включва обща характеристика с цел и задачи, кратък литературен обзор, постигнатите резултати по глави и приносите на труда. В автореферата е представена и информация за практическата приложимост и публикациите по темата.

10. Мнения, препоръки и бележки

Нямам съществени забележки и препоръки към представения за рецензия дисертационен труд. По начина на оформяне на дисертационния труд имам следните препоръки и забележки:

- В края на първа глава са дефинирани три цели и свързани с тях задачи на изследването. Според мен тези три цели биха могли да се обединят в една цел на дисертационния труд, която да бъде, например формулирана по следния начин: *Изследване на методи и техники за приложение на свръхширокополентови импулсни сигнали (4G, 5G, 6G) в радиокомуникационните и радиолокационните системи за летални апарати от гражданската авиация;*

- Приносите в труда са доста раздробени и не разкриват същността на извършената работа. Въз основа на целта и задачите могат да бъдат по-ясно, точно и кратко формулирани;

- Има формули в текста, които са неясно изписани и трудно четими. Също така, има и фигури, чийто надписи в тях, както и някои линии в тях, които биха затруднили потенциалните читатели;

- В текста има някои неточности и прилагателни в превъзходна форма, които могат да бъдат избегнати в бъдещата работа.

11. Заключение с ясна положителна или отрицателна оценка на дисертационния труд

Дисертационният труд съответства на изискванията за получаване на образователна и научна степен „доктор“ по професионално направление 5.5 „Транспорт, корабоплаване и авиация“ в докторска програма (ДП) „Навигация, управление и експлоатация на въздушния транспорт“. Приносите в труда имат научно-приложен и приложен характер и в основната си част са авторски на кандидата.

Въз основа на запознаването с представения дисертационен труд, свързаните с него научни трудове, тяхната значимост и съдържащите се в тях научно-приложни и приложни приноси, давам положителна оценка и намирам за основателно да предложа на уважаемото научно жури да присъди на ас. маг. инж. София Стефанова Узунова образователната и научна степен „Доктор“ в професионалното направление 5.5 „Транспорт, корабоплаване и авиация“ по ДП „Навигация, управление и експлоатация на въздушния транспорт“.

Дата: 24.08.2026г.

ЧЛЕН НА ЖУРИТО:

/ проф. д.н. инж. Ивайло М. Пандиев /

Върно с оригинала





REVIEW

on the PhD thesis for obtaining of the educational and scientific degree "Ph.D."

Author of the dissertation:

Assist. Prof. M.Sc. Sofia Stefanova Uzunova

Thesis topic:

**ULTRA-WIDEBAND TECHNOLOGIES FOR ON-BOARD
AIRCRAFT COMMUNICATION AND TARGET LOCALIZATION
UNDER INTERFERENCE CONDITIONS**

Member of the scientific jury:

Prof. D.Sc. Ivaylo Milanov Pandiev

1. Relevance of the problem developed in the dissertation in scientific and applied terms.

The Ultra-Wideband (UWB) electronic systems represent a promising technology for wireless communications not only for applications in industry, transport and medicine, but also in short-range communication or the so-called on-board wireless communication, as well as for location, detection and tracking of small-sized and point remotely piloted aircraft systems in an urban environment in the presence of various interferences and multi-beam reflection. The main advantages of ultra-wideband electronic systems are associated with low energy density when transmitting a large amount of information, high data transfer speed ($>500\text{Ms/sec.}$ at a distance of up to 10 m), accuracy in measurements with a sub-centimeter range and the possibility of implementation using specialized monolithic CMOS integrated circuits with a short-channel transistors.

Moreover, the subject of the research is the possibility for application of UWB radio communication signals and methods for their processing in avionics. Specifically, the work aims to study the possibilities for implement of short-range radio communication in the on-board system of civil aviation aircraft. The use of UWB radio communication signals could significantly optimize the internal structure and system of electrical connections in on-board systems. The attention of the PhD student is also directed to studying the possibilities for detection and tracking of small-sized and point remotely piloted aircraft systems in an urban environment, i.e. operation in the presence of significant interference and multi-beam reflection.

In my opinion, the chosen topic of the PhD thesis is relevant and provides additional inside into the research problems. The research tasks are correctly formulated to achieve the formulated goal. Moreover, the results of the implementation of the tasks could also serve as a basis for further scientific developments and have direct applied value for project activities.

2. Degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literary material.

During the development of the dissertation, the PhD student considered 146 references, of which 93 in Latin and 53 in Cyrillic. The overview covers books, journal publications, conference papers, technical documentation and web addresses with specialized information on the topic of the dissertation. The scope of the cited literature is approximately from 1985 to 2025, with 51 published after 2016. This shows that the PhD student has studied both classical methods and techniques, as well as modern research on the topic of the work. Additionally, the work is consistent with national and European legislation and standards in the field of ultra-wideband technologies and their application. Based on the study of the state of the problem, Chapter 1 of the dissertation was formed, which is a literature review, and UWB signals were analyzed and classified. Their advantages and possible areas of use in aviation communication systems, sensor networks, as well as detection and tracking of small-sized and point targets, behind-the-barrier location, global

navigation systems are substantiated. For the purposes of the study, an analysis of the mathematical models of sounding UWB signals and the requirements for them was conducted. Some disadvantages of the methods for processing reflected signals in UWB radar systems were assessed, related to the signal-to-noise ratio, choice of processing algorithms, the need to combine two or more methods, difficulties in the physical interpretation of the data processing, etc. At the end of the first chapter, the goal and objectives of the study are defined, and in my opinion, the field of research and the topic of the dissertation are correctly reflected.

3. Compliance of the selected research methodology with the defined goal and objectives of the PhD thesis.

The chosen research methodology corresponds to the set goal and objectives of the PhD thesis. The work initially provides a review and classification of pulsed UWB signals. The areas of application are defined depending on the main advantages of UWB signals. The methods for their study and the changes in the structure of UWB signals after emission, during propagation and reception are also presented. The disadvantages of the considered methods for processing reflected signals in UHF radar systems are also assessed. Based on the analysis performed and the areas for improvement, the goal and objectives of the PhD thesis are defined.

After the literature review and analysis of the application of UWB signals, printed antennas (or so-called patch antennas) at 5.8 GHz and 6.5 GHz were designed and tested to provide an on-board communication link with improved performance. Computational procedures were performed to determine the main electrical and geometric parameters. A mathematical model was created in the MATLAB program system for optimization of the structure and the electrical parameters. Simulation studies were conducted in MATLAB and 3D simulation studies in the Ansys HFSS system to evaluate basic characteristics, such as standing wave coefficient, input impedance, directivity and directional action, radiation efficiency and reflection coefficient. A methodology for measuring the noise resistance of on-board communication systems when exposed to UWB signals has also been proposed, and a technological map has been developed for experimental research in conditions close to the operation of real electronic systems.

The possibilities for the application of UWB radar signals for detection, tracking and classification of small-sized targets (Unmanned Aerial Vehicles – UAVs and drones) in conditions of interference are also analyzed. A block diagram of a 24 GHz radar for detection and tracking of point and small-sized targets is proposed, as well as a method for improving the shape of the sounding pulse by adding a corrective rectangular pulse in UWB radars. It is proven that when choosing the shape of sounding pulses of a video-pulse ultra-wideband radar, the spectral efficiency must be taken into account, as one of the most important energy parameters. For the purposes of the study on the processing of UWB signals, preliminary matched low-pass filters built on nonlinear circuits in the input stages of the radar receivers have been synthesized. A 16-bit algebraic digital adder for preperiodic subtraction has also been synthesized.

4. A brief analytical description of the nature and assessment of the credibility of the material on which the contributions of the PhD thesis are built.

Briefly, the main contributions in the PhD thesis of M.Sc. Sofia Uzunova can be formulated as a study of possibilities for the application of short-duration UWB pulse signals in on-board systems, as well as the application of UWB pulse signals for the detection, tracking and classification of small-sized targets (UAVs and drones) in conditions of interference. The relevance of the research is determined by the increasing requirements for the reliability, accuracy and security of communication systems in radio communication and radar systems for aviation equipment and technologies. UWB electronic systems provide the possibility of wireless communication for the transmission of information in comparison with traditional narrowband systems with complex cable

connections. This type of communications offers a solution for high-speed wireless communication over short distances with low interference, meeting the growing demand for higher information transmission speeds. Wireless communications on board aircraft are gaining momentum in general and in the aerospace industry with the aim of further improving flight safety, reducing aircraft production costs, and limiting environmental impact.

To carry out the planned research, the PhD student has performed a detailed analysis of the possibilities for using UWB pulse signals. The methods for processing UWB pulse signals have been considered, as well as the main challenges limiting the large-scale application of SSSL communication and radar technologies. An assessment of the changes in the structure of UWB signals after transmission, during propagation and reception has been carried out, as well as an assessment of the methods for detecting and processing UWB reflected signals. Based on the analysis, the PhD student has defined the goal and objectives of the thesis in the selected subject area. The implementation of the tasks set is presented in three consecutive sections of the work, and the results of simulation and experimental studies are given. All simulations have been carried out in the environments of the established MATLAB and Ansys HFSS program systems, which are widely used both for scientific research and for engineering practice. The experimental studies were performed following the general methodology for conducting measurements in electronics and telecommunications, as the experimental setups and testing conditions are presented in detail in the work. Analyses of the obtained results were presented in graphical and tabular form and comments and conclusions were summarized, which are the basis for the contributions of the work formulated at the end. Comparative analyses with validated systems were also carried out, which confirms the reliability of the achieved results. In general, the achievements in the dissertation work can be summarized as follows:

- Analysis and classification of ultra-wideband pulse signals (4G, 5G, 6G) with a view to exploring the possibilities for their application in radio communication and radar systems for aircraft. A study and assessment of the electromagnetic interference from the UWB source on the radio electronic systems of aircraft, such as the VHF Omni-Ranging (VOR) navigation system, the Instrument Landing System (ILS): Localizer - LOC and Glide Slope - GS, the Traffic Alert and Collision Avoidance System (TCAS), the Air Traffic Control (ATC) radio beacon system and the VHF communication system for establishing a connection between the on-board radio system and a portable VHF radio, was carried out. It was established that a handheld low-power UWB transmitter can interfere with the radio system of the TCAS, ATC, ILS localizer and glide path of the aircraft. The measurement was implemented on a Boeing 737-200 aircraft at levels reaching -41dBm . With smaller aircraft there is a possibility of interference occurring at lower signal power levels. An analysis of the mathematical models for describing UWB signals has been performed and the changes in the structure of UWB signals after transmission, during propagation and reception have been described;

- Experimental samples of printed antennas for 5.8 GHz and 6.5 GHz have been prepared to provide on-board communication link. RT/duroid® 5880 with a relative dielectric constant $\epsilon_r = 2.20$ and a dielectric loss $\tan \delta \approx 0.0012$ at a testing frequency of 10 GHz was selected as the basic material of the antenna substrate. Simulation and experimental studies were performed to verify the effectiveness of the created high-frequency devices. Experimental studies were conducted in an anechoic chamber – “echo-free” at an ISO/IEC 17025 accredited testing center in Bulgaria. The antennas are enclosed in a non-conductive package and are evaluated as a separate electronic component. The developed antennas have been applied to study the noise immunity of the main on-board communication and navigation systems of a real aircraft;

- A methodology has been proposed for testing the noise immunity of the main on-board communication and navigation systems of aircraft when exposed to UWB noise signals. The methodology is based on known requirements and standards, and is supported by a developed

sample technological map and a protocol for the results obtained from the experimental study of a real aircraft during maintenance;

- A block diagram of a 24GHz ultra-wideband radar for detecting and tracking small targets has been synthesized. A Nyquist low-pass filter (LPF) for noise suppression has been designed for the synthesized electronic device. The filter is used as the input stage of a 16-bit sigma-delta ($\Sigma\Delta$) analog-to-digital converter (ADC). Four output adders operating in the pre-periodic subtraction mode are connected to the analog-to-digital converter ($\Sigma\Delta$ – ADC). A RAM has also been added for intermediate storage of the readings from each measurement. The electronic circuit configuration is implemented on a programmable FPGA integrated system. An algorithm has also been created for measuring the time delay of a signal reflected from a small-sized (point) target, when using an ultra-wideband (UWB) sequence of ultra-short probing pulses. For the implemented electronic modules and software, the dissertation presents results from measurement procedures that confirm the theoretical analyses and hypotheses.

5. Scientific and/or scientific-applied contributions of the dissertation work.

In the dissertation, the PhD student claims scientific-applied and applied contributions distributed in two thematic areas, which is determined by the set goal and the completed research tasks. Contributions can be considered as proving by new means significant new aspects of existing scientific problems and theories; creating new classifications, research methods, new constructions, technologies and obtaining and proving new facts, as well as obtaining confirmatory facts.

The contributions presented in the PhD thesis are significant, both for the scientific development in the field of information and communication technologies, and for the creation of new approaches for analysis and design in radio communication and radar systems in aviation technology. The PhD student has presented research on the structure and propagation of relatively complex high-frequency pulse signals of short duration, and has studied their application in the on-board systems of aircraft. Possible applications have been determined and the advantages and disadvantages of using wireless connections in aircraft control systems have been assessed. The possibilities for detection and tracking of small-sized and point remotely piloted aircraft systems (RPAS) in an urban environment have also been studied. As a result of the analysis, methodologies and mathematical models for optimal air traffic management have been proposed. To fulfill the research tasks, printed antennas at 5.8 GHz and 6.5 GHz have been designed and tested to provide an onboard communication link. An electronic module for the UWB radar with a base frequency of 24 GHz for detection and tracking of small targets has also been implemented. The module includes an ADC operating in the preperiodic subtraction mode on the receiving side.

6. Assessment of the degree of the dissertation candidate's personal participation in the contributions.

I know Sofia Uzunova as an assistant professor at the Department of Electronic Engineering at FEET. Assist. Prof. Sofia Uzunova is hardworking and responsible, has a sense of analytical thinking and a desire for innovation. In three of the four scientific publications for the PhD thesis, the PhD student is a single author. The above-mentioned qualities, as well as the presented publications, allow me to conclude that the achieved results and the formulated scientific and applied contributions are largely the work of the PhD student in cooperation with her scientific supervisor.

7. Assessment of dissertation publications

The main results of the dissertation are presented in four publications, one of which is in English in the journal "International Journal of Artificial Intelligence" referenced and indexed in the world-recognized database of scientific information SCOPUS. The main journal "International Journal of Artificial Intelligence" is in Q3 and has an SJR indicator of 0.173 for 2025. The remaining three

scientific publications have been presented at scientific conferences in Bulgaria and published in proceedings with scientific review. It is noteworthy that three of the scientific publications are single authored, including the publication in a journal. All publications reflect the main results of the dissertation and promote the achievements of the PhD student.

The PhD student has not submitted documents for citing the publications. A search of the available databases shows that the publications related to the PhD thesis have not been cited to date.

8. Using the results of the dissertation in scientific and social practice

In carrying out the tasks of the dissertation, the PhD student worked on a successfully completed project No. 242ПД0018-04 at the Research and Development Sector of the Technical University of Sofia. The achievements of the dissertation have found application in the training of students in the specialty "Aviation Engineering and Technologies". A methodology for measuring the noise resistance of on-board communication systems when exposed to pulsed UWB signals has also been proposed, and a technological map and protocols for technical maintenance of aircraft have been developed for experimental research in conditions close to the operation of real systems.

9. Assessment of the compliance of the abstract with the requirements for its preparation, as well as the adequacy of reflecting the main points and contributions of the PhD thesis

The abstract is written in accordance with the requirements and the template for preparing abstracts for dissertation works, listed on the website "Development of the Academic Staff - Working Documents" of Technical University of Sofia. The abstract is 32 pages long, A4 format. The structure of the abstract contains a general characteristic, introduction, three sections, conclusion and contributions. The abstract ends with an annotation (one page) in English. It adequately reflects the structure of the PhD thesis, including a general characteristic with aim and objectives, a brief literature review, the results achieved by chapters and the contributions of the work. The abstract also presents information about the practical applicability and publications on the topic.

10. Opinions, recommendations and notes

I have no significant comments and recommendations regarding the dissertation submitted for review. Regarding the way, the dissertation was structured, I have the following recommendations and comments:

- At the end of the first chapter, three goals and related research tasks are defined. In my opinion, these three goals could be combined into one goal of the dissertation, which could be, for example, formulated as follows: *Research of methods and techniques for the application of ultra-wideband pulse signals (4G, 5G, 6G) in radio communication and radar systems for aircraft in civil aviation;*

- The contributions in the work are quite fragmented and do not reveal the essence of the work done. Based on the goal and tasks, they could be formulated more clearly, precisely and briefly;

- There are formulas in the text that are unclearly written and difficult to read. Also, there are figures which inscriptions in them, as well as some lines in them, would make it difficult for potential readers;

- There are some inaccuracies and superlative adjectives in the text that can be avoided in future work.

11. Conclusion with a clear positive or negative assessment of the PhD thesis

The PhD thesis corresponds to the requirements for obtaining the educational and scientific degree "Ph.D." in professional field 5.5 "Transport, Shipping and Aviation" in the doctoral program

"Navigation, Management and Operation of Air Transport". The contributions in the work are of a scientific-applied and applied nature and are mainly the authorship of the candidate.

Based on the familiarization with the presented PhD thesis, the related scientific works, their significance and the scientific-applied and applied contributions contained in them, I give a positive assessment and find it reasonable to propose to the esteemed scientific jury to award the Assist. Prof. Eng. SOFIA STEFANOVA UZUNOVA the educational and scientific degree "Ph.D." in the professional field 5.5 "Transport, Shipping and Aviation" under the doctoral program "Navigation, Management and Operation of Air Transport".

DATE: 24.08.2026

MEMBER OF THE SCIENTIFIC JURY:

/ Prof. D.Sc. Eng. Ivaylo M. Pandiev /

Вярно и оригинално

