

РЕЦЕНЗИЯ

на диссертационную работу PhD докторанта

Мендакулова Жасулана Корабаевича

специальности 6D071900 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации» на тему: **«Разработка возможности позиционирования внутри помещений с использованием низкоэнергетических сигналов Bluetooth»** представленную на соискание ученой степени доктора философии (PhD)

№	Критерии	Соответствие критериям	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: 1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы) 2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы) 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	3) Тема диссертации соответствует приоритетному направлению согласно конкурсной документации на грантовое финансирование молодых ученых по научным и (или) научно-техническим проектам на 2022-2024 годы. В документации приведены соответствующие приоритетные и специализированные научные направления: 8. Исследования в области образования и науки 8.1 Фундаментальные, прикладные, междисциплинарные исследования проблем образования, науки, культуры и спорта в XXI веке: Актуальные проблемы развития исследований в области науки и технологий
2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	Работа вносит существенный вклад в науку, так при развертывании систем позиционирования в закрытых помещениях используются методы с различными точностями позиционирования и устойчивостью к помехам и повышение точности позиционирования и устойчивости к интерференционным помехам в задачах с повышенными

			<p>требованиями является актуальной. В последние годы в Республике Казахстан особое внимание уделяется обеспечению безопасности персонала, работающего в замкнутых пространствах, не имеющего доступа к навигационным сигналам GPS. Альтернативой к навигационной системе в этом случае может быть использование низкоэнергетических сигналов Bluetooth, Wi – Fi, RFID, UWB, инфракрасного излучения и т.д. Отсутствие единого стандарта и целесообразность исследования в этом направлении обосновывается на обзоре литературы и патентного поиска, тем самым ее важность хорошо раскрыта в диссертации.</p>
3.	Принцип самостоятельности	<p>Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет</p>	<p>1) Высокий; Диссертантом самостоятельно проведена предварительная математическая подготовка, разработан план реализации экспериментальных измерений, выполнен подбор соответствующего измерительного оборудования и изготовлены USB-генераторы, BLE-маяки. Компьютерное моделирование выполнено самостоятельной разработкой алгоритма и ее реализацией на языке MatLab.</p>
4.	Принцип внутреннего единства	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована. 4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает 4.3. Цель и задачи</p>	<p>4.1 1) Обоснована; В пунктах 1.1 и 2.2.2 диссертации приведено обоснование выбранного исследования, заключающееся в том, что в закрытых помещениях из-за многолучевого распространения радиосигналов от</p>

		<p>соответствуют теме диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) соответствуют; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют <p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) полностью взаимосвязаны; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует <p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) критический анализ есть; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов 	<p>препятствий различного происхождения при применении алгоритма трилатерации создается зона неопределенности, за счет чего падает точность позиционирования. Исследование направлено на повышение точности позиционирования в условиях интерференции применением многочастотного метода усреднения сигналов.</p> <p>4.2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Отражает; <p>В соответствии с темой диссертации эксперименты проводились в закрытых помещениях с применением низкоэнергетических сигналов Bluetooth. Технология Bluetooth Low Energy использует скачкообразную перестройку частоты, имеет сорок каналов с шириной полосы 2 МГц, что позволяет моделировать и проводить эксперименты по многочастотному методу усреднения. На основе проведенных экспериментов в условиях LOS/NLOS и многочастотному методу передачи, а также приему с применением матриц передающих и приемных антенн, разнообразных конфигураций экспериментов с выводами можно составить рекомендации при развертывании систем позиционирования в закрытых помещениях, что соответствует теме диссертации по разработке возможности позиционирования.</p> <p>4.3</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Соответствуют; <p>Тема диссертации предполагает конечным результатом исследований</p>
--	--	---	---

		<p>вывод и рекомендации, необходимые при развертывании систем позиционирования с повышенной точностью, за счет решения ранее нерешенных задач в закрытых помещениях с применением многочастотного низкоэнергетического сигнала Bluetooth.</p> <p>Цель диссертации по уменьшению интерференционных помех с применением многочастотного метода усреднения в условиях LOS/NLOS и соответствующие задачи по проведению экспериментов и компьютерного моделирования соответствуют смысловому содержанию темы диссертации.</p> <p>4.4</p> <p>1) Полностью взаимосвязаны; В первой части приведена мотивация в исследовании, соответствующий обзор литературы, патентный поиск и методика проведения исследования.</p> <p>Во второй части на основе методики описан процесс по выбору и изготовлению оборудования для проведения соответствующих экспериментов.</p> <p>В третьей части описан математический план и приведены блок-схемы и фотографии организации экспериментов. Приведены результаты всех экспериментов по измерению ослабления уровня сигнала в условиях LOS/NLOS с применением соответствующего передающего и измерительного</p>
--	--	--

			<p>оборудований.</p> <p>В четвертой части описан процесс по проведению экспериментов по применению многочастотного метода передачи и приема с матрицей передающих и приемных антенн. Эксперименты проводились при различных конфигурациях.</p> <p>В пятой части приведено описание компьютерного моделирования по применению многочастотного метода усреднения и влияния высоты антенны передатчика и приемника на уровень принимаемого сигнала в условиях интерференции. На основе компьютерного моделирования доказывається результат, полученный экспериментальными методами.</p> <p>В заключении подытоживаются результаты и формулируются положения, выносимые на защиту, подкрепленные экспериментальными измерениями и компьютерным моделированием.</p> <p>4.5</p> <p>1) Критический анализ есть; Диссертант на основе литературного обзора и патентного поиска аргументирует, что положения, выносимые на защиту, сравнивались с текущими имеющимися результатами исследований по данной теме и имеют научную новизну, подкрепленную экспериментальными измерениями и компьютерным моделированием.</p>
5.	Принцип научной	5.1 Научные результаты и	5.1

	<p>НОВИЗНЫ</p>	<p>положения являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%) 5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%) 5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>1) Полностью новые; Аргументировано с привлечением обширного литературного и патентного поиска. 5.2 1) Полностью новые; Аналогичные научные результаты и положения не встречаются в рецензируемых статьях по теме диссертации. 5.3 1) Полностью новые; Самостоятельное изготовление USB-генератора и BLE-маяков, с возможностью настройки, применение пятиканального анализатора спектра и программного приложения для смартфонов, матрицы передающих и приемных антенн для экспериментов по многочастотному методу передачи и приему и организация разнообразных экспериментов являются обоснованиями для данного пункта.</p>
6.	<p>Обоснованность основных выводов</p>	<p>Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>	<p>Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах, так как имеют подтверждение на основе экспериментальных измерений с применением действующего оборудования, компьютерного моделирования и сравнений результатов методами математической статистики.</p>
7.	<p>Основные положения, выносимые на защиту</p>	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным?</p>	<p>7.1 1) Доказано; Автором предложен многочастотный способ измерения уровня сигнала Bluetooth. Разработана методика в подходе к обработке многочастотных сигналов, размещения передатчиков и приемников, применения некогерентного</p>

		<p>1) да; 2) нет</p> <p>7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий</p> <p>7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет</p>	<p>накопления результатов измерений на парциальных частотах. Все это позволило снизить среднеквадратичные ошибки измерений в условиях интерференции электромагнитных волн, характерных для одночастотного измерения сигналов.</p> <p>7.2 2) нет; Работоспособность предложенной методики была проверена на большом количестве экспериментальных измерений и компьютерном моделировании. Нетривиальность положений обосновывается тем, что они значительно превосходят существующие методы, применяемые для решения проблем интерференции в закрытых помещениях</p> <p>7.3 1) Да; Обзор литературы и патентный поиск подтверждают новизну положений, выносимых на защиту.</p> <p>7.4 3) Широкий; Bluetooth применяется практически во всех смартфонах, что позволяет написать соответствующее программное приложение, однако при выборе других диапазонов частот необходимо изготовление многочастотных передатчиков и приемников, что позволит достичь большего преимущества при развертывании систем позиционирования не основанных на конкретных технологиях.</p> <p>7.5</p>
--	--	---	--

			1) Да; Примененные для экспериментов оборудования описаны в диссертации.
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) да; 2) нет 8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да; 2) нет 8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) да; 2) нет 8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу 8.5 Используемые источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора	8.1 1) Да; Все этапы исследования ясно описаны. 8.2 1) Да; При изготовлении и выборе оборудования для экспериментов применены соответствующие технические документации, а компьютерное моделирование проводилось с приведения программного кода на языке MatLab. 8.3 1) Да; По всем конфигурациям исследований приведены экспериментальные результаты 8.4 Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу. Список литературы составляет современные актуальные книги по теме исследования и статьи из рецензируемых журналов. 8.5 Используемые источники литературы достаточны для литературного обзора. Общее количество 150 источников дополнено патентным поиском.
9.	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет 9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая	9.1 1) Да; При развертывании систем позиционирования в закрытых помещениях, включая шахтные выработки. 9.2

		<p>вероятность применения полученных результатов на практике:</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет</p> <p>9.3 Предложения для практики являются новыми?</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>1) Да;</p> <p>Проведённые автором исследования закладывают основу для создания системы позиционирования различных объектов в закрытых помещениях и позволяют повысить точность определения местоположения отслеживаемых объектов. Кроме того, созданный программно-аппаратный комплекс может служить основой для следующих поколений автоматизированных систем определения координат.</p> <p>9.3</p> <p>1) Полностью новые;</p> <p>Решение проблем с интерференцией предложенными методами позволит повысить точность согласно нормативным документам.</p> <p>Обзор соответствующей литературы показывает, что предложенные методы являются новыми теоретическими и практическими решениями.</p>
10.	Качество написания и оформления	<p>Качество академического письма:</p> <p>1) высокое;</p> <p>2) среднее;</p> <p>3) ниже среднего;</p> <p>4) низкое.</p>	<p>1) Высокое;</p> <p>Приведенные термины и аббревиатуры соответствуют установленным словам в данной области исследования. Результаты были апробированы в журналах, в которых качество академического письма также было оценено и принято. В тексте диссертационной работы имеются незначительные орфографические ошибки, не меняющие смысл.</p>

Диссертация состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка использованных источников и содержит справку о патентном поиске.

В заключении диссертационной работы подытоживаются результаты и формулируются положения, выносимые на защиту.

По материалам диссертационной работы: 1 статья опубликована в рецензируемом журнале в базе данных Scopus, 2 статьи опубликованы в изданиях, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, 2 статьи опубликованы в результате доклада на международных научно-практических конференциях, получено 2 патента на полезную модель, получено 1 свидетельство на объект авторского права, поданы 2 заявки на патент на изобретение.

Диссертация достаточно полно раскрывает содержание работы, ее основные положения хорошо представлены в научной печати.

Содержание диссертации отражает её тему, в работе обоснована актуальность, раскрыты цели и задачи, все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны, предложенные автором новые решения аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями.

Замечания к содержанию и оформлению диссертации: Имеются незначительные орфографические ошибки, не меняющие смысл текста, нет сквозной нумерации формул, в некоторых местах не расписаны физические величины и их единицы измерения.

Учитывая вышеизложенное, считаю, что диссертационная работа на тему **«Разработка возможности позиционирования внутри помещений с использованием низкоэнергетических сигналов Bluetooth»** соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора философии (PhD) в области «Радиотехники, электроники и телекоммуникации», а его автор – Мендакулов Жасулан Корабаевич заслуживает присуждения ему искомой степени.

Рецензент

Канд. физ.-мат. наук,
старший научный сотрудник
ДТОО «Институт ионосферы»

Ю.Г. Литвинов

Подпись А.Б. Кайранбаев заверяю
ученый секретарь ДТОО «Институт ионосферы»
PhD доктор



А.Б. Кайранбаева