

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО РЕЦЕНЗЕНТА

на диссертацию Туржановой Карины Муратовны  
на тему «Исследование эффективности функционирования сети мобильной связи 4G при  
использовании узкополосной технологии NB-IoT для различных сценариев  
использования спектра»,  
представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071900 –  
«Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p>1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>Диссертация полностью соответствует приоритетному направлению развития науки «Информационные, телекоммуникационные и космические технологии», утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан.</p>
2.	Важность для науки	<p>Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта</p>	<p>Работа вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта.</p> <p>Разработанный методический подход позволяет провести анализ и оценку эффективности функционирования сетей связи с целью выбора наиболее перспективного сценария развертывания технологии NB-IoT на функционирующих сетях мобильной связи. Это позволит мобильным операторам наиболее оптимально использовать ограниченный частотный ресурс и спрогнозировать влияние NB-IoT на основные технические показатели сетей мобильной связи 4G перед ее полноценной реализацией.</p> <p>Новизна и значимость результатов подтверждена публикациями в журналах, индексируемых в БД Scopus, получен патент РК: «Способ определения эффективности применения технологии NB-IoT на сети мобильной связи 4G» № 6322 от 13.08.2021 г.</p>

3.	Принцип самостоятельности	<p>Уровень самостоятельности:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>Высокий;</b></li> <li>2) Средний;</li> <li>3) Низкий;</li> <li>4) Самостоятельности нет</li> </ol>	Результаты, изложенные в работе, были получены автором с высоким уровнем самостоятельности.
4.	Принцип внутреннего единства	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>Обоснована;</b></li> <li>2) Частично обоснована;</li> <li>3) Не обоснована.</li> </ol>	Актуальность диссертации полностью обоснована. Быстрое распространение технологии NB-IoT и дороговизна лицензируемого частотного спектра, подчеркивают необходимость и актуальность исследований в данном направлении.
		<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>Отражает;</b></li> <li>2) Частично отражает;</li> <li>3) Не отражает</li> </ol>	Содержание работы всецело отражает тему диссертации. Диссертационная работа состоит из трех глав, первая глава посвящена анализу предметной области исследования, последующие две - разработке нового метода и экспериментальным исследованиям.
		<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>соответствуют;</b></li> <li>2) частично соответствуют;</li> <li>3) не соответствуют</li> </ol>	Цель и задачи, сформулированные во Введении, соответствуют теме диссертации. <b>Целью</b> диссертационной работы является разработка схемы оценки эффективности функционирования сети радиодоступа мобильной связи 4G для различных сценариев использования узкополосных каналов технологии NB-IoT при оказании услуг Интернета вещей в интересах разработки технических стратегий операторов мобильной связи. Поставленные задачи направлены на достижение цели.
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>полностью взаимосвязаны;</b></li> <li>2) взаимосвязь частичная;</li> <li>3) взаимосвязь отсутствует</li> </ol>	Все разделы и научные положения в диссертационной работе логически взаимосвязаны. В работе наблюдается четкая последовательность и завершенность действий. Заключение обобщает полученные результаты исследования.
		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>критический анализ есть;</b></li> <li>2) анализ частичный;</li> <li>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</li> </ol>	В работе представлен глубокий анализ опубликованных исследований зарубежных и российских авторов (отечественных изысканий не выявлено). Преимущества использования разработанного метода сформулированы ясно, и подвергнуты критическому анализу.
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>полностью новые;</b></li> <li>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</li> <li>3) не новые (новыми являются менее 25%)</li> </ol>	Работа содержит полностью новые научно обоснованные результаты, использование которых обеспечивает решение важных прикладных задач. в том числе: <ul style="list-style-type: none"> <li>- разработан новый метод комплексной оценки эффективности сетей при различных сценариях развертывания NB-IoT;</li> <li>- по результатам комплексных исследований, выполненных на</li> </ul>

			<p>основе разработанного метода, проведена сравнительная оценка сценариев развертывания NB-IoT, где выяснено, что при известных вводных, наиболее предпочтительным выступает сценарий развертывания в защитной полосе;</p> <p>- разработаны механизмы реализации на практике сценариев NB-IoT в зависимости от требований к сети и услугам Интернета вещей.</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации 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>Выводы диссертации являются новыми, так как ранее не проводилось сравнение трех сценариев NB-IoT на одной и той же сети при равных условиях функционирования. В исследовании сравнение проводится с применением результатов моделирования в специализированном профессиональном программном обеспечении Forsk Atol и результатов экспериментального тестирования</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</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>Технические решения являются полностью новыми и обоснованными, что подтверждается полученным патентом.</p>
6.	Обоснованность основных выводов	<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>Основные выводы данной диссертационной работы достаточно обоснованы с научной точки зрения. Их обоснованность обеспечивается тщательным анализом литературных источников, внутренней последовательностью и непротиворечивостью, логичностью применения известных методов решения проблем и обстоятельной аргументацией выносимых на защиту положений.</p>
7.	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) доказано;</p> <p>2) скорее доказано;</p> <p>3) скорее не доказано;</p> <p>4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет</p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий;</p> <p>2) средний;</p> <p>3) широкий</p>	<p>1. Все научные положения полностью доказаны.</p> <p>Первое положение: новый метод расчета эффективности сценариев NB-IoT позволяет оператору более точно определить наиболее перспективный сценарий, используя множество неучтенных ранее факторов. Подтверждается патентом РК.</p> <p>Второе положение: в диапазоне 800 МГц эффективность развертывания технологии NB-IoT в защитном сценарии значительно выше. Результат подтверждается расчетами, а также результатами экспериментальных исследований.</p> <p>Третье положение: практические</p>

		<p>7.5 Доказано ли в статье?  <b>1) да;</b>  <b>2) нет</b></p>	<p>рекомендации основаны на принципах работы предложенного метода. Метод опробован на производстве, где получил положительную оценку.</p> <p>2. Элементы тривиальности в данной диссертационной работе отсутствуют. Все найденные закономерности и особенности процессов рассматривались не упрощенно, а с позиции современных знаний в области телекоммуникаций.</p> <p>3. Положения являются новыми.</p> <p>4. Уровень применения результатов исследования можно оценить как средний, в виду того, что предложенный метод можно применять в широкой сфере телекоммуникационных систем связи.</p> <p>5 По результатам исследования выносимые положения доказаны в 10 научных работах: 5 статьях, рекомендованных КОКСОН МОН РК, 2 научно-технических конференциях, 2 статьях в базе данных Scopus, и в 1 Патенте РК.</p>
8.	<p>Принцип достоверности. Достоверность источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана  <b>1) да;</b>  <b>2) нет</b></p>	<p>Выбор методологии, применяемой при проведении диссертационных исследований, полностью обоснован и подробно описан в работе.</p>
		<p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:  <b>1) да;</b>  <b>2) нет</b></p>	<p>Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий. В частности, получены результаты моделирования работы сети 4G с технологией NB-IoT в профессиональной программной среде Forsk Atol.</p>
		<p>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):  <b>1) да;</b>  <b>2) нет</b></p>	<p>Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием. Результаты сравнивались друг с другом и с данными зарубежных авторов.</p>

		8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Утверждения, выдвигаемые автором, полностью подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу, в том числе и собственными работами докторанта.
		8.5 Использованные источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора	Все необходимые по тексту работы ссылки сделаны. Бездоказательные выводы в работе отсутствуют.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет	Полученные теоретические знания в области исследования производительности сетей мобильной связи, разработки универсального метода оценки эффективности сетей, а также методики проведения моделирования и экспериментального исследования, несомненно являются важными для данной сферы.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет	Практическая применимость результатов доказана актами о возможности внедрения результатов исследований в производство.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Предложения для практики являются полностью новыми, так как базируются на новом обоснованном математическом аппарате, и современном программном обеспечении.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Научный стиль изложения квалификационной работы выдержан. Отдельные моменты сложно понимать для неподготовленного специалиста, но формулировки основных положений и выводов носят законченный исследовательский характер и являются достоверными.

#### Замечания и предложения:

1. В диссертации имеются грамматические и синтаксические ошибки. Часто вместо «тире» используется «дефис».

2. В аналитическом обзоре литературы приведен матричный подход, который выступает весьма слабым аналогом для схем оценки эффективности сетей. Можно было бы найти более подходящие модели, а также сделать обзор на работы отечественных авторов.

3. В списке сокращений отсутствует расшифровка некоторых терминов.

4. Было бы неплохо дополнить результаты исследований работы сети и ее основных параметров при использовании других известных частотных диапазонов – 1800 МГц (band 3), 2100 МГц (band 1), 2300 МГц (band 40) и т.д.

5. Для эффективного восприятия материала диссертационную работу следовало бы разделить на 4 главы, отделив экспериментальную часть в отдельный раздел.

**Заключение:**

Считаю, что диссертационная работа Туржановой К.М. на тему «Исследование эффективности функционирования сети мобильной связи 4G при использовании узкополосной технологии NB-IoT для различных сценариев использования спектра» в полной мере соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание степени доктора философии (PhD), а ее автор Туржанова К.М. заслуживает ходатайства перед Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК для присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071900 - «Радиотехника, электроника и телекоммуникации».

**Официальный рецензент:**

доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры  
«Радиотехника, электроника и телекоммуникации»  
Казахского агротехнического университета  
им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан

**Сериков Т.Г.**

Подпись \_\_\_\_\_ заверяю

«\_\_» \_\_\_\_ 2022 г.

