

Министерство Образования и Науки Республики Казахстан  
Международный Университет Информационных Технологий

Кафедра «КиТ»

Пайзулла Даурен

Анализ использования миллиметрового диапазона в новейших технологиях

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность 5В071900 – РЭТ

Алматы 2015

**Актуальность темы исследования обусловлена тем, что сегодня активно проявляется нехватка радиочастотного спектра.**

**Новизна работы заключается в том, что раньше эта часть спектра не использовалась потому, что электронных компонентов, способных генерировать или принимать миллиметровые волны, было очень мало, а может быть, и не было вовсе.**

**Цель исследования в том, чтобы рассмотреть варианты использования миллиметрового диапазона в новых технологиях**

**Исследовательские задачи:**

- ▶ изучение принципов распространения миллиметровых волн в атмосфере
- ▶ исследование возможности развития сотовой связи пятого поколения (5G) в миллиметровом диапазоне волн

**Объектом исследования является диапазон крайне высоких частот (миллиметровые волны).**

**общенаучные методы исследования: наблюдение, сравнение, идеализация, анализ.**

# Миллиметровый диапазон волн

Вид радиочастот	Вид радиоволн	Диапазон радиочастот	Диапазон радиоволн
Крайне высокие частоты (КВЧ)	Миллиметровые (ультракороткие волны - УКВ)	30 ... 300 ГГц	1... 10 мм

Особенности КВЧ диапазона:

- Распространение по прямолинейным траекториям.
- Слабая дифракционная способность.
- Слабая подверженность рефракции в ионосфере.
- Возможность передачи большего объема данных.

# Эволюция поколения систем мобильной СВЯЗИ

Поколение	3G	4G	5G
1	2	3	4
Начало разработок	1990	2000	<2013
Реализация	2002	2008-2010	2018-2020
Сервисы	ещё большая ёмкость, скорости до 2 Мбит/с	Большая ёмкость, IP-ориентированная сеть, поддержка мультимедиа, скорости до сотен мегабит в секунду	большая ёмкость, IP-ориентированная сеть, поддержка мультимедиа, скорости до сотен мегабит в секунду
Скорость передачи	2 Мбит/с	100 Мбит/с – 1 Гбит/с	1 Гбит/с - 10 Гбит/с
Стандарты	WCDMA, CDMA2000, UMTS	LTE-Advanced, WiMax Release 2 (IEEE 802.16m), WirelessMAN-Advanced	LTE-Advanced, WiMax Release 2 (IEEE 802.16m), WirelessMAN-Advanced
Сеть	сеть пакетной передачи данных	сеть пакетной передачи данных	сеть пакетной передачи данных

# Международные проекты создания сетей мобильной связи 5G

Характеристики проекта			
Название проекта	METIS	5GIC	ISRA
Инвестор проекта	Еврокомиссия и вендеры	Samsung, Huawei, UKRPIF	Intel
Объём инвестиций	50 млн. Евро	35 млн. фунтов	Начальные инвестиции 3 млн. долларов США
Участники проекта	29 партнеров (8 рабочих групп)	Сотрудники университета и CCSR	Verizon, Университеты США, Испании, Австралии, Индии
Объём и время работ	80 человек в режиме полного дня в течение 30-ти месяцев	160 сотрудников CCSR, включая 100 PhD, и 70 студентов магистров	Более 100 специалистов
Координатор	Ericsson	CCSR	Intel Lab



# Требования к технологическому облику 5G

Скорость  
передачи данных

Рост в 10–100 раз в расчёте на абонента — до 10 Гбит/с (UL) и до 5 Гбит/с (DL) .

Потребляемый  
трафик абонента

Рост в 1 000 раз — до 500 Гб на пользователя в месяц.

Количество  
абонентских уст-в

Увеличение количества подключаемых абонентских устройств сотовой сети в 10–100 раз (до 300 000 на узел). Рост M2M устройств с 50 млрд. до 500 млрд.

Срок жизни  
батарей

Десятикратное увеличение времени автономной работы абонентских устройств с небольшим энергопотреблением, таких как сенсоры M2M.

Задержки в сети

Сокращение времени задержки в цепочке E2E с 5 мс до 1 мс и менее.

Энергоэффектив-  
ность и OPEX

Снижение стоимости эксплуатации и энергопотребления сетей 5G до 10% от текущего потребления сетей 4G.

# Использование спектра в 5G

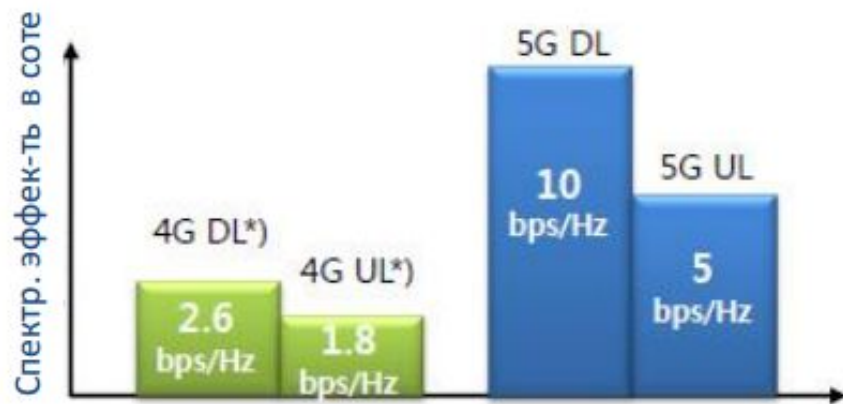
Компании участвующие в разработке технологии 5G			
Используемый диапазон частот	6 до 60 ГГц	Ка-диапазон (28 ГГц)	11 ГГц
Достигнутая скорость при тестировании		1,056 Гбит/с	10 Гбит/с

## Существующие и планируемая полосы пропускания частотных каналов

Технические характеристики	3G	HSPA+	LTE	LTE-A	5G
Ширина полосы, МГц	5	5	20	100	100+
Спектральная эффективность соты, бит/с/Гц/сота	0.5	2	4	~8	10+
Пиковая скорость, Мбит/с	2	Вниз: 42; Вверх: 11	Вниз: 326; Вверх: 86	Вниз: 1000; Вверх: 375	Вниз: 10000+; Вверх: 5000+
Задержка, мс	50	20	10	10	0,1-1

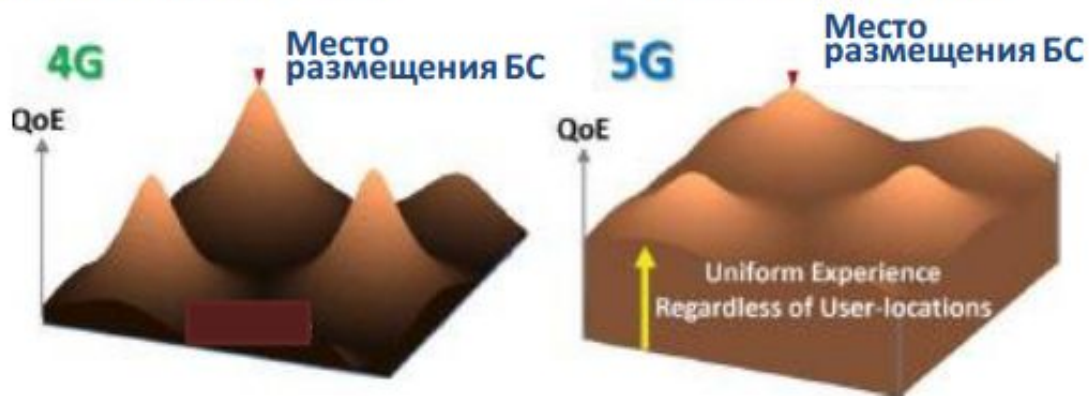


# Использование спектра в 5G



Спектральная эфф-ть на границе соты  
Канал DL 0.075 бит/с/Гц/сота  
Канал UL 0.05 бит/с/Гц/сота

В любой точке покрытия  
Канал DL 1 Гбит/с  
Канал UL 0,5 Гбит/с



# Потенциальные технологии в стандарте 5G

## - MASSIVE MIMO

Скорость передачи данных возрастает практически пропорционально количеству антенн, при этом качество сигнала улучшается за счет приема сигнала сразу несколькими антеннами.

## - Переход в сантиметровый и миллиметровый диапазоны

Переход на диапазон более высоких частот позволит передавать данные с большей скоростью. Ширина спектра позволит увеличить пропускную способность канала, тем самым даст возможность передавать большой объем данных

## - Мультитехнологичность

Для обеспечения высококачественного обслуживания в сетях 5G необходима поддержка как уже существующих стандартов, таких как UMTS, GSM, LTE, так и других, например, Wi-Fi.

## - D2D (устройство-устройство)

Технология позволяет устройствам устройство-устройство, находящимся неподалеку друг от друга, обмениваться данными напрямую, без участия сети 5G, через ядро которой будет проходить лишь сигнальный трафик.

# Ключевые услуги в 5G

- **Мультимедийные услуги**  
(Ultra HD видео, 3D видео, онлайн игры)
- **Облачные сервисы**  
(государственные услуги, бизнес приложения)




- **Сервисы виртуальной реальности**  
(образование, развлечения)
- **Сервисы дополненной реальности**  
(здравоохранение, военная промышленность, образование, развлечения)
- **Сервисы социальных сетей**  
(развлечения, торговля)




- **M2M сервисы**  
(энергетика, транспорт, здравоохранение, торговля, общественная безопасность, промышленность, ЖКХ)
- **Персональные услуги**  
(транспорт, здравоохранение, бытовая техника, развлечения)



# Государственные проекты развития 5G

Китай (Февраль 2013 г.) -  Program 863

Корея (Июль 2013 г.) - 

Япония (Октябрь 2013 г.) - Japan 2020 and Beyond

Индия (Март 2013 г.) - Global ICT Standardization Forum for India (GISFI) объявил на 62-й ГА ETSI о начале работ по 5G в рамках Технологической концепции Wireless Innovative System for Dynamically Operating Mega-Communications (WISDOM)

Россия - Инициативный Корпоративный проект 5GRUS (ООО «АйкомИнвест»)