

ТЕОДОР БОЖИДАРОВ ИЛИЕВ
ГРИГОР ЙОРДАНОВ МИХАЙЛОВ

**СИСТЕМИ И МРЕЖИ ЗА
ШИРОКОЛЕНТОВ РАДИО ДОСТЪП**

Анализ на ефективността на разпределение на ресурсите



2018

Колективната монография разглежда основните теоретични постановки по изграждане на системите и мрежите за ширококолов радио достъп. Трудът съдържа: въведение, четири глави и заключение. Във въведението е направен коментар на актуалността и значимостта на проблематиката.

Първа глава разглежда развитието на мобилните клетъчни мрежи. Представени са основните характеристики на технологиите за мобилни клетъчни радио мрежи. Обусловени са изискванията към тези системи, наложени от нарастващите изисквания на потребителите.

Във втора глава е анализиран физическият слой на стандарта WiMAX, като са изведени предимствата на версията за фиксиран достъп в сравнение с версията за мобилен достъп. Представени са резултати от проведени симулационни изследвания на каналното кодиране в технологията WiMAX.

Трета глава е посветена на технологията LTE и е синтезиран подход, въз основа на който са изведени математически изрази за определяне стойността на индикатора за качество на канала. Представени са резултати от изследването на качествените характеристики на каналите за предаване.

Четвърта глава представя основните системни характеристики на петото поколение мобилни мрежи, както и различните технологии за комуникация между устройствата и са анализирани алгоритми за разпределение на ресурсите.

В заключението са обобщени основните изводи, изведени и представени в края на всяка глава. В края на монографията са дефинирани основните научни приноси.

© Авторы:

доц. д-р инж. Теодор Божидаков Илиев

гл. ас. д-р инж. Григор Йорданов Михайлов

© Рецензенти:

доц. д-р инж. Иванка Костадинова Георгиева

доц. д-р инж. Ивайло Стефанов Стоянов

ISBN: 978-619-207-146-2

С Ъ Д Ъ Р Ж А Н И Е

ВЪВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1 РАЗВИТИЕ НА ТЕХНОЛОГИИТЕ ЗА МОБИЛНИ	
КЛЕТЪЧНИ РАДИО МРЕЖИ	7
1.1 ВЪВЕДЕНИЕ.....	7
1.2 ЕВОЛЮЦИЯ НА МОБИЛНИТЕ КЛЕТЪЧНИ МРЕЖИ.....	8
1.2.1 Мобилни системи от първо поколение	10
1.2.2 Мобилни системи от второ поколение	10
1.2.3 Мобилни системи от трето поколение.....	16
1.2.4 Мобилни системи от четвърто поколение.....	20
1.3 ИЗВОДИ ПО ГЛАВА 1	22
ГЛАВА 2 СТАНДАРТ ЗА БЕЗЖИЧНИ МРЕЖИ IEEE 802.16	
(WiMAX)	24
2.1 ВЪВЕДЕНИЕ.....	24
2.1.1 802.16с.....	25
2.1.2 802.16а.....	25
2.1.3 802.16d	26
2.1.4 802.16e.....	26
2.2 ФИЗИЧЕСКИ СЛОЙ НА WiMAX	27
2.3 КАНАЛНО КОДИРАНЕ	32
2.3.1 Конволюционнно кодиране	34
2.3.2 Турбо кодове	36
2.3.3 Блокови турбо кодове и LDPC кодове.....	37
2.4 КАЧЕСТВО НА ОБСЛУЖВАНЕ QOS	40
2.5 ИЗСЛЕДВАНИЯ НА МЕТОДИТЕ ЗА КАНАЛНО	
КОДИРАНЕ	42
2.6 ИЗВОДИ ПО ГЛАВА 2	46
ГЛАВА 3 ТЕХНОЛОГИЯ И АРХИТЕКТУРА НА LTE	
МРЕЖИТЕ	47
3.1 ПРИНЦИПИ НА ПОСТРОЯВАНЕ НА LTE	
РАДИОИНТЕРФЕЙС	47
3.1.1 FDMA с една носеща честота (SC-FDMA).....	52
3.2 МНОГОАНТЕННИ СИСТЕМИ MIMO	58
3.2.1 Пространствено мултиплексиране за един абонат	
(SU-MIMO)	60
3.3 МРЕЖОВА АРХИТЕКТУРА SAE	64
3.4 LTE ФИЗИЧЕСКИ СЛОЙ.....	66

3.4.1	Обща кадрова структура	67
3.4.2	Низходящ канал	67
3.4.3	Възходящ канал	74
3.5	АРХИТЕКТУРА НА КЛЕТЪЧНАТА МРЕЖА.....	75
3.5.1	Основи на радио достъп.	76
3.5.2	Пикова спектрална ефективност.	79
3.6	ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗХОДЯЩ СПОДЕЛЕН КАНАЛ НА LTE СИСТЕМА.....	80
3.7	ИЗВОДИ ПО ГЛАВА 3	85
ГЛАВА 4	ПЕТО ПОКОЛЕНИЕ МОБИЛНИ МРЕЖИ (5G).....	87
4.1	СИСТЕМНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ	88
4.1.1	Радио спектър на 5G	90
4.1.2	Модулационни техники за по-висока спектрална ефективност	91
4.1.3	Разтоварване на мобилният трафик	97
4.1.4	Софтуерно базирано радиопредаване	100
4.1.5	Смесена инфраструктура	100
4.2	КОМУНИКАЦИЯ УСТРОЙСТВО ДО УСТРОЙСТВО	102
4.2.1	Анализ на комуникацията D2D	102
4.2.2	Типове D2D комуникация и основни технически предизвикателства	103
4.2.3	Хендовър контрол при D2D комуникациите.....	108
4.2.4	Решение за преценка при обмен с D2D	109
4.2.5	Решение за задействане на хендовър при D2D	111
4.3	АЛГОРИТМИ ЗА РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА РЕСУРСИТЕ	112
4.3.1	Системен модел при комуникацията устройство до устройство	113
4.3.2	Системен модел при мулти скок D2D комуникация	117
4.3.3	Режими за избиране и разпределение на ресурси.....	119
4.4	ИЗВОДИ ПО ГЛАВА 4	122
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	124
	НАУЧНИ ПРИНОСИ В МОНОГРАФИЧНИЯ ТРУД.....	125
	СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ СЪКРАЩЕНИЯ.....	127
	ЛИТЕРАТУРА.....	132
	ПУБЛИКАЦИИ НА АВТОРИТЕ ПО МОНОГРАФИЯТА.....	141

ВЪВЕДЕНИЕ

Широколентовите технологии за пренос на информация и достъпът до мрежите за предаване на такава информация са съществена особеност на съвременното информационно общество. Достъпът до широколентовите мрежи и услуги през 21 век, се припознава като един от основните инструменти за подобряване на икономическото и социално благосъстояние на населението. В Европейския съюз и във всички развити страни по света непрекъснато се актуализират стратегиите за развитието на широколентовия достъп. Това се обуславя от разбирането, че всяка крачка напред в тази област е фактор за развитието на информационните и комуникационни технологии, които гарантират условия за мултиплициране на ефекта от направените инвестиции във всяка сфера на човешката дейност.

Развитието на мрежите за широколентов радио достъп се съпровожда с непрекъснато развитие на технологиите. Обемът на пакетните данни в персоналните комуникационни системи (*ПКС*) от трето и четвърто поколение, вече превъзхожда обема на гласовия трафик. Във връзка с това, мрежите от четвърто (*4G*) и следващото пето поколение (*5G*), са свързани с разработването на универсални мобилни мултимедийни мрежи за предоставяне на свързаност до всяко мобилно устройство и по всяко време между от хората, машините (физически неща), процеси, своевременно достъп до информация, стоки и услуги по сигурни и надеждни начини.

5G мобилна мрежа ще бъде с увеличен капацитет приблизително 1000 пъти и ще поддържа връзка с повече от 100 милиона мобилни устройства. На всеки потребител ще бъде предоставяна скорост от 10 Gb/s с пренебрежимо малко закъснение и време за реакция.

Достъпът в 5G мрежата ще бъде реализиран едновременно с две нови радио технологии за достъп и еволюирали безжични технологии (*LTE, HSPA, GSM и WiFi*). Въвеждането на тези мрежи се очаква да стане между 2020 и 2030.

Въвеждането на следващото поколение мобилни мрежа се планира за 2020 година, като трябва да бъде съвместимо с предходните поколения мрежи. LTE технологията ще е базова за следващата генерация, като се очаква капацитетът на 5G мрежата да е близък до този през оптична свързаност, но по всяко време и на всяко място.

2018 г.

Авторите