

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»**

*Посвящается 100-летию
со дня рождения ректора СМИ,
доктора технических наук,
профессора Н.В.Толстогузова*

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ВЫПУСК 25

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
12 – 14 мая 2021 г.*

ЧАСТЬ V

Под общей редакцией профессора Н.А. Козырева

**Новокузнецк
2021**

ББК 74.48.278
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор Козырев Н.А.,
д-р техн. наук, профессор Темлянцева М.В.,
д-р техн. наук, профессор Кулаков С.М.,
д-р техн. наук, профессор Фрянов В.Н.,
канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.,
канд. техн. наук, доцент Риб С.В.

Н 340 Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды
Всероссийской научной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых / Министерство науки и выс-
шего образования РФ, Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред.
Н.А. Козырева. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ,
2021. – Вып. 25. – Ч. V. Технические науки. – 456 с., ил.

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Пятая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области новых информационных технологий и систем автоматизации управления; строительства; перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых; металлургических процессов, технологии, материалов и оборудования.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

действующему губернатору, как к эксперту в области управления регионом.

Библиографический список

1. Кихтан В.В., Качмазова З.Н. Информационная война: понятие, содержание и основные формы проявления // Вестник Волжского университета имени В.Н. Татищева. – 2018.ю - № 2. - Том 2. – С 20.

2. Портал «Медиалогия» [Электронный ресурс]: Рейтинг губернаторов 2018, 2019, 2020 - Режим доступа: <https://www.mlg.ru/> (дата обращения: 18.02.2021).

3. Официальный сайт Правительства Кемеровской области [Электронный ресурс]: Центр управления регионом начал работу в Кузбассе — Режим доступа: <https://ako.ru/news/detail/tsentr-upravleniya-regionom-nachal-rabotu-v-kuzbasse> (дата обращения: 18.02.2021).

4. Портал «Кузбасс. Онлайн» [Электронный ресурс]: О проекте - Режим доступа: <https://kemerovo.kuzbass-online.ru/> (дата обращения: 18.02.2021).

5. Губанов Д.А. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства/ Д.А. Губанов, Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили.— М.: Изд-во физико-математической литературы, 2010.— 228 с.

6. Киселёва Т.В., Конюхова Е.С. Информационное воздействие и репутация членов групп социальных сетей на примере предприятия // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве-AS 19. – 2019. – С 113-118.

7. Киселёва Т.В., Конюхова Е.С. Методы оценки взаимосвязей среди пользователей социальных сетей на примере предприятия-провайдера // Цифровые технологии в социально-экономическом развитии России: взгляд молодых. – 2020. – С 743-745.

УДК 621.371 : 621.3.091.2.22

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩЕЙ ПАТЧ-АНТЕННЫ «F-20 КИСЛИНКА» LTE MIMO 4x4 1800МГц

Присяжнюк И.В., Гуров А.М.

Научный руководитель: канд. техн. наук Поползин И.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: eidoline@yandex.ru*

В статье проводится моделирование приемно-передающей антенны для усиления приёма радиочастотных сигналов на заданной частоте стандарта передачи данных LTE с поддержкой метода пространственного кодирования сигнала MIMO 4x4. Проводится анализ трассы сигнала от передатчика (базовой станции) до абонентского устройства построением трасс сигнала с учё-

том зон Френеля.

Ключевые слова: моделирование приемо-передающих антенн, мониторинг, геотегинг, трасса сигнала, зоны Френеля, четвёртое поколение мобильной связи, стандарт LTE, MIMO, базовая станция (eNodeB), абонентское устройство (UE), несущая частота, мощность сигнала, зона покрытия, пропускная способность линии связи.

Для приёма сигнала мобильной сети от базовой станции (eNodeB) большинству абонентских устройств (UE) достаточно показателя уровня принимаемого сигнала (RSRP) на уровне -115dBm и выше для осуществления интернет-соединения [1,2]. Однако устойчивым уровнем принимаемого сигнала считаются значения от -80 до -90 dBm.

В России внедрение стандарта мобильной сети четвёртого поколения началось в 2012 году, относительно устойчивым покрытие мобильной сети стандарта LTE в городах с численностью населения около или более 500 тысяч человек стало при внедрении операторами мобильной связи в сетях четвёртого поколения (запущенных по стандарту LTE) на несущей частоте 1800МГц, обусловленным компромиссом между ёмкостью и покрытием мобильной связи из имеющихся в распоряжении частот доступных оператору сотовой связи в выбранном регионе. [3] Так как в случае в повышении частоты несущей сигнала при увеличении суммарной ширины полосы пропускания диапазона и уменьшении габаритов антенн снижается помехоустойчивость линии связи, дальность связи, усиливается влияние препятствий при прохождении сигнала - стены зданий, естественный ландшафт, подвижные или временные препятствия (листва на деревьях, отражения и поглощение сигнала препятствиями и т.д.), атмосферные осадки, и т.д. [4] При выборе диапазона с более низкой частотой влияние перечисленных ранее факторов снижается, однако увеличиваются габаритные показатели антенн абонентского устройства, становится уже ширина диапазона, что сказывается на ёмкости сети и пропускной способности линии связи для абонентов.

С целью повышения качеств оказываемых услуг (в том числе и пропускной способности мобильных сетей) операторами мобильной связи сетях четвёртого поколения мобильной связи могут быть построены на нескольких несущих частотах и объединены (технология LTE-Advanced), повышены максимальные уровни модуляции несущего сигнала на каждом диапазоне (с уровней 64 и 16QAM до 256 и 64QAM для канала от БС к и от абонента соответственно), увеличение числа антенн в канале загрузки у абонентских устройств (технология MIMO 4x4). [5].

В практических условиях обнаружена реализация (у выбранного оператора PLMN 25020 в регионе Кемеровская область, г. Новокузнецк) объединения несколько из несущих частот (диапазоны band 3 DCS шириной 10 и 15МГц; band 20 EU DD шириной 5МГц; band 7 IMT-E шириной 10 МГц). На основе данных сведений приоритетным диапазоном является band3 по причине ширины канала сопоставимой или превышающей имеющиеся, возможность

приёма и получения скоростей с одной-двух несущих в одном диапазоне.

При проведении анализа сетей выбранного оператора были обнаружены несколько базовых станций, поддерживающие метод пространственного кодирования сигнала MIMO 4x4 (при стандартном применении MIMO 2x2) в диапазоне 1800МГц на одной из несущих (рисунки 1а, б, в), что способствует повышению пропускной способности канала связи.



Рисунок 1 – Отображение сведений net-мониторинга в программе Network Signal Guru для мобильного устройства Sony Xperia XZ1 G8342 на базе операционной системы Android на базе процессора Qualcomm

На рисунке 2 отображена трасса сигнала, наложенная на карту (вид сверху прохождения сигнала от базовой станции eNodeB (eNB) с идентификатором ECellID 427063. Данные полученные в результате обработки сохраняются на сервере приложения CellMapper и доступны в онлайн доступе с сайта приложения в разделе Map.

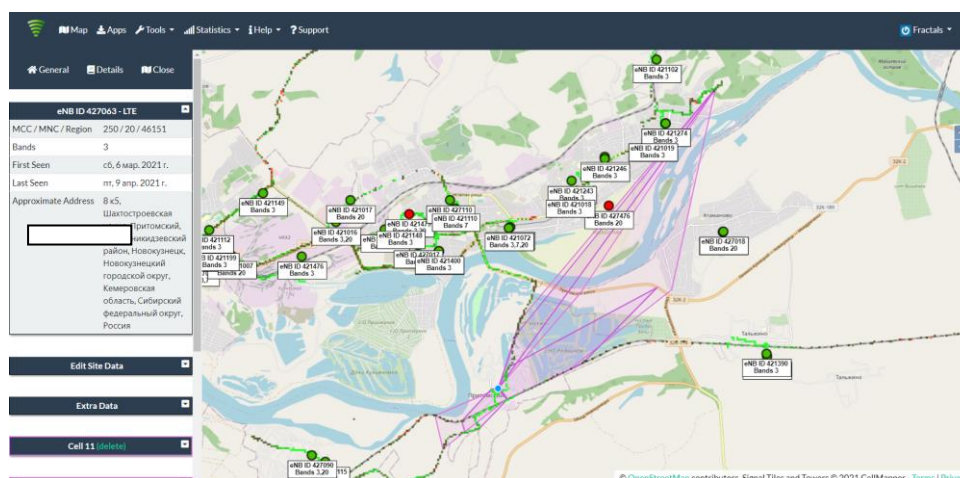


Рисунок 2 – Собранные сведения в ходе net-мониторинга в программе CellMapper для мобильного устройства

На основе полученных сведений построена трасса (коридор сигнала, рисунок 3) и проведено моделирование (рисунок 4) приёмо-передающей антенны патч-антенны LTE MIMO4x4 «Кислинка» [6,7,8]. Высоту подвеса сектора базовой станции примем равным 25 метров от поверхности земли [9], высоту подъёма антенны абонентского устройства равным 1 метр.

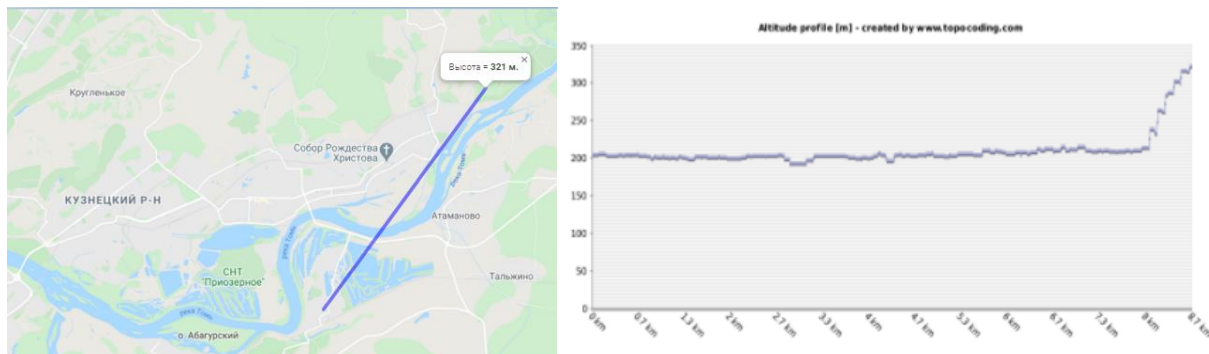


Рисунок 3 – Трасса прохождения сигнала от базовой станции к абоненту

Высота подвеса Антенны 230 метров от уровня моря. Высота над уровнем моря абонентского устройства составляет 322 метра. Длина трассы сигнала составляет около 9 километров (погрешность при расположении базовой станции и точки приёма с радиусом около 50-100 метров). Если пренебречь перепадом высот базовой станции и абонентского устройства, по пути прохождения сигнала не наблюдается препятствий в виде естественного ландшафта. Возможны препятствия в виде листвы деревьев и застройки (при наличии) вблизи от точки приёма.

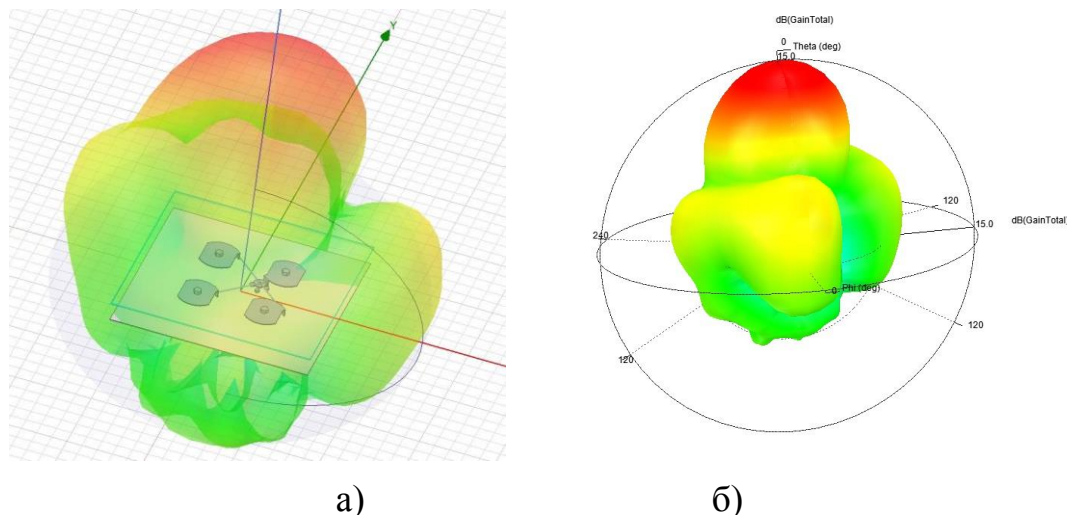


Рисунок 4 – Модель антенны «Кислинка»: а) антенна и лучи; б) коэффициент усиления антенны в dB

Проведён анализ усиления синтезированной антенны (рисунок 5) и диаграмма направленности (рисунок 6) [9].

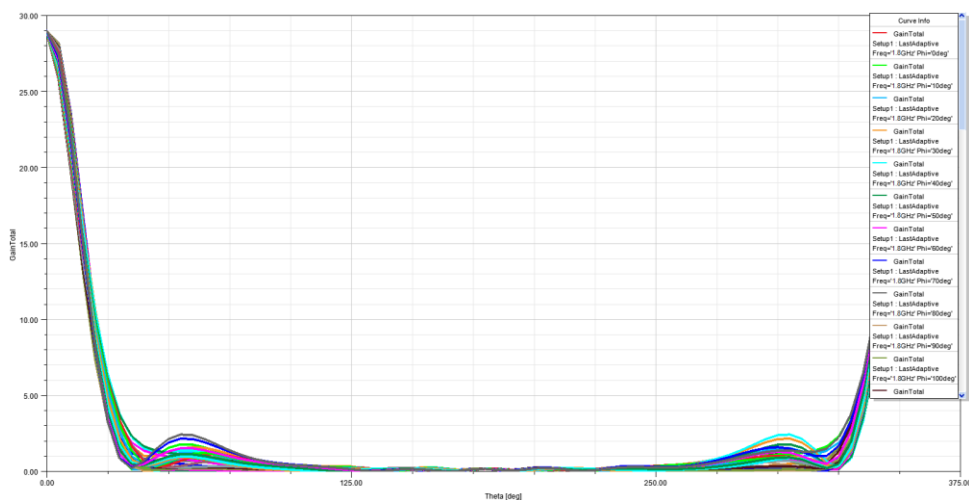


Рисунок 5 – Характеристика усиления синтезированной модели антенны от фазы сдвига частоты принятой 1800МГц

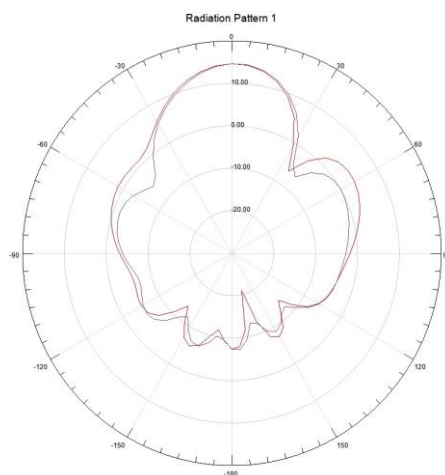


Рисунок 6 – Диаграмма направленности синтезированной антенны

Библиографический список

1. LTE 3gpp.org / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL:<https://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/98-lte> (дата обращения: 08.04.2021).
2. Частотные диапазоны LTE, FDD/TDD, UL/DL, lte характеристики, LTE, LTE-A, lte характеристики, архитектура сети lte, обучение 4G, преимущества 4g, технические характеристики lte, построение lte сетей, структура сети lte, lte голос, отличие 4G от 3G, 4 джи / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://1234g.ru/4g/lte/obshchaya-informatsiya-o-standarte-lte/chastotnye-diapazonu> (дата обращения: 08.04.2021).
3. Концепция создания и развития сетей 5G/IMT-2020 в Российской Федерации / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: [https:// digital.gov.ru/uploaded/files/kontseptsiya-sozdaniya-i-razvitiya-setej-5g-imt-2020.pdf](https://digital.gov.ru/uploaded/files/kontseptsiya-sozdaniya-i-razvitiya-setej-5g-imt-2020.pdf) (дата обращения: 08.04.2021).
4. Рекомендация МСЭ-R P.1812-1 (10/2009) Метод прогнозирования распространения сигнала на конкретной трассе для наземных служб "из

пункта в зону" в диапазонах УВЧ и ОВЧ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.1812-1-200910-S!!PDF-R.pdf (дата обращения: 08.04.2021).

5. Испытания сетей 4x4 MIMO | Rohde & Schwarz / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: https://www.rohde-schwarz.com/ru/solutions/test-and-measurement/mobile-network-testing/expertise/4x4-mimo/4x4-mimo-network-testing_232052.html (дата обращения: 08.04.2021).

6. Гончаренко И. В. Антенны КВ и УКВ. Часть 1. Компьютерное моделирование ММАНА. – М.: ИП РадиоСофт, Журнал «Радио». 2004 – 128с.: ил. ISBN 5-93037-119-9

7. Гончаренко И. В. Антенны КВ и УКВ. Часть 2. Основы и практика – М.: ИП РадиоСофт, Журнал «Радио». 2005 – 288с.: ил. ISBN 5-93037-119-9

8. Patch Ellipse 2x2, 1710-1880 MHz (GSM/LTE-1800) 16.4 dBi @ 50Ω © sgser / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://yuryupenko.livejournal.com/61477.html> (дата обращения: 08.04.2021).

9. Исследование диаграммообразующих устройств многолучевых антенных решёток на основе плоской линзы Ротмана / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-diagrammoobrazuyuschih-ustroystv-mnogoluchevyh-antennyh-reshyotok-na-osnove-ploskoj-linzy-rotmana/viewer> (дата обращения 08.04.2021).

10. Голиков А.М. Модуляция, кодирование и моделирование в телекоммуникационных системах. Теория и практика: учебное пособие для вузов/ А.М. Голиков. - 2-е изд., стер.- Санкт-Петербург: Лань, 2021.- 452 с.: ил.

11. Листратов, С. Е. История создания отражательных антенных решеток и их преимущество / С. Е. Листратов. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. - 2019. - № 15 (253). - С. 33-36. / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://moluch.ru/archive/253/58089/> (дата обращения: 08.04.2021).

УДК 519.876.5

ПЕРЕСЧЁТНОЕ НАТУРНО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ

**Свинцов М.М.¹, Загидулин И.Р.¹, Венгер М.К.²,
Коровин Д.Е.¹, Иванов Д.В.¹**

Научный руководитель: Мышляев Л.П.¹, Макаров Г.В.¹

¹ ООО «НИЦ СУ», г. Новокузнецк, Россия, e-mail: svintzovmax@yandex.ru

² Кемеровский институт (филиал) Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, г. Кемерово, Россия

В статье рассматривается метод натурно-математического моделирования применительно к системам автоматического управления. Приводится общее описание метода, выделены его основные черты и проведено сравне-

СОДЕРЖАНИЕ

I НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ	3
ПРЕЦЕДЕНТНАЯ СИСТЕМА КОНСТРУИРОВАНИЯ И АКТУАЛИЗАЦИИ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ <i>Койнов Р.С.</i>	3
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД СОЛНЕЧНОГО ТРЕКЕРА НА ОСНОВЕ ПЛАТЫ ARDUINO <i>Киселев И.Н.</i>	11
ОБЗОР МЕТОДОВ РЕАЛИЗАЦИИ ПРЕДИКТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ КОТИРОВОК ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ <i>Байдалин А.Д.</i>	15
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ ПРОЦЕССА КОКСОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА КОКСА <i>Байдалин А.Д.</i>	18
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТТОКА КЛИЕНТОВ ОПЕРАТОРА СОТОВОЙ СВЯЗИ <i>Байдалин А.Д.</i>	22
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВАГОНОВ ПРЕДПРИЯТИЕМ <i>Воронцова А.Д.</i>	25
ВИДЕО-ТЕЛЕКОНФЕРЕНЦИИ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ <i>Фролова Т.А.</i>	28
СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В БЫТУ <i>Фролова Т.А.</i>	33
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ ЧАСОВ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO <i>Фролова Т.А.</i>	37
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИ РАЗВЯЗАННЫХ DC/DC- ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ <i>Гришин А.Д.</i>	40
РАЗРАБОТКА АППАРАТНОЙ И ПРОГРАММНОЙ ЧАСТЕЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕСА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ДИНАМИКЕ <i>Вдовиченко Н.А.</i>	43
СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ, КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА, АНАЛИТИКИ И РЕАГИРОВАНИЯ В РАМКАХ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОТИВОБОРСТВА (ОБЗОР) <i>Конюхова Е.С.</i>	49
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩЕЙ ПАТЧ-АНТЕННЫ «F-20 КИСЛИНКА» LTE MIMO 4x4 1800МГц <i>Присяжнюк И.В., Гуров А.М.</i>	53