

ния движения пульсаров), но вскоре после исследований в 1992 году Александра Вольшана и Дейла Фрейли он позволил обнаружить некоторые космические тела, поэтому этот метод стал применяться.

Транзитный метод. Это способ обнаружения планеты, в основу которого положены наблюдения за прохождением планеты на фоне звезды. Благодаря ему можно определить целый ряд характеристик экзопланет: радиус, массу и плотность планеты, а также наличие и состав атмосферы. Однако, у него есть существенный недостаток: использование метода подразумевает, что плотность орбиты искомой планеты должна точно ориентирована на наблюдателя.

Гравитационный метод. Каждая планета не только притягивается своим светилом, но и притягивает его сама. Конечно, это гравитационное влияние мало, но всё же вызывает возмущения в движении звезды, которые можно обнаружить. При этом параметры орбиты зависят от пропорции масс объектов.

Благодаря открытию экзопланет, стало понятно, что наша Солнечная система отнюдь не самая уникальная и появление планетных систем достаточно закономерный процесс для Галактики.

Список литературы

1. Catalog // The Extrasolar Planets Encyclopaedia URL: <http://exoplanet.eu/catalog/> (дата обращения: 13.12.19).
2. Планеты за пределами Солнечной системы – важнейшее открытие современной астрономии // «Элементы» URL: https://elementy.ru/video/123/Planety_za_predelami_Solnechnoy_sistemy_vazhneyshee_otkrytie_sovremennoy_astronomii (дата обращения: 13.12.2019).
3. Экзопланета // Википедия URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Экзопланета> (дата обращения: 13.12.19).

ПРОБЛЕМА ИНТЕРНЕТИЗАЦИИ И ОБЗОР 5G ТЕХНОЛОГИИ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ

Французова В.В., Медведева А.С.

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ), Самара, e-mail: hazamka2013@gmail.com

Научный руководитель: Панин Д.Н.

Одним из главных направлений в области телекоммуникации в настоящее время является сотовая связь. Интерес научного сообщества в первую очередь обусловлен конвергенцией сетей и глобализацией телекоммуникационных услуг [1]. Со временем растут требования к таким параметрам, как: пропускная способность сети, количество подключенных устройств, снижение задержек и объем трафика сети [2]. Актуальной проблемой является экспоненциальный рост нагрузки мобильных сетей, первопричиной которой является интернетизация. На сегодняшний момент успешно реализованы четыре поколения сотовой связи, ведется развертывание

технологии пятого поколения. Ключевые характеристики 5G включают высокую пропускную способность, большее количество подключенных устройств, улучшенную энергоэффективность, лучшую поддержку мобильности и снижение задержек передачи данных. Учитывая возможные преимущества данного вида связи, актуальным является их дальнейший анализ. В работе рассмотрены основные параметры сети 5G. Целью данной работы является изучение сетей пятого поколения.

По сравнению с предыдущими годами количество пользователей сети Интернет заметно возросло. По результатам статистики ИТУ (Международного союза электросвязи) на 2019 год приходится 53,6% пользователей сети, что составляет 4,1 миллиарда человек – это на 24,3% больше, чем в 2010 году.

Основной причиной роста пользователей сети является «mobile revolution» (мобильная революция), которая прошла в 2010 году. С внедрением в мир устройств беспроводной связи увеличился приток новых пользователей сети Интернет что, соответственно, увеличило нагрузку на мобильную сеть, и может привести к нехватке емкости этих сетей в дальнейшей перспективе. Таким образом, целесообразным является исследование и развитие в области беспроводных технологий.

5G (5th Generation) – термин, используемый для обозначения следующего основного этапа стандартов мобильной связи, выходящего за рамки текущей технологии четвертого поколения 4G / IMT-Advanced. Переход на концепцию пятого поколения есть действия в ответ на растущий спрос в области беспроводных технологий. Основная цель беспроводной технологии пятого поколения состоит в поддержке трех услуг с различными требованиями. С целью удовлетворить эти требования выполняется разделение сети, в результате которого каждой службе выделяются ресурсы для их задач [3,6].

Таким образом, данными услугами являются:
– Расширенная мобильная широкополосная связь eMBB (enhanced Mobile Broadband). Данная услуга обеспечивает работу ресурсоемких приложений.

– Массивные коммуникации машинного типа mMTC (massive Machine – type communications). Данная услуга обеспечивает работу internet of things (интернет вещей).

– Сверхнадёжная связь с малой задержкой URLLC (Ultra – reliable Low – latency communications). Данная услуга обеспечивает автоматизацию приложений.

Как и любая другая сотовая сеть, сети 5G будут состоять из ячеек, разделенных на сектора, и передавать данные по радиоволнам. Каждая ячейка подключена к магистральной сети через проводное или беспроводное соединение [4]. Учитывая тот факт, что большинство людей ис-

пользуют беспроводную сеть в помещениях, действующей проблемой является затухание радиосигнала. Таким образом, для повышения эффективности сети имеет место разделение ячеек на фемто, пико и микросоты. Данная технология получила название Small cells (малые соты) [6]. Она используется для улучшения покрытия сети, и работает как базовая станция сетевой связи в определенном частотном диапазоне, предназначенная для обслуживания не очень большой территории. Благодаря этому методу можно сократить затраты на энергопотребление. В концепции пятого поколения она используется для технологий massive MIMO и Beamforming. Massive MIMO расшифровывается как технология множественного ввода-вывода, представляющая собой системы, состоящие из многочисленных антенн, которые соединены с фемто, пико или микросотами [4]. Она представлена на рис. 3. Данная система разбивает сигналы с высокой скоростью передачи

данных на несколько сигналов с меньшей скоростью передачи данных [3, 5].

Преимущество данной системы состоит, в первую очередь, в энергоэффективности и повышенной пропускной способности. Beamforming или метод формирования луча используется для передачи и приема сигналов в massive MIMO. Данная технология формирует электромагнитное поле антенны базовой станции в виде узконаправленного главного лепестка, который направлен в сторону устройства абонента [3, 5]. Благодаря ей будет уменьшено энергопотребление, снижен уровень помех и повысится эффективность распространения радиосигналов. Таким образом, главные достоинства беспроводной технологии 5G являются:

- Повышенная энергоэффективность.
- Большая пропускная способность сети.
- Меньшая задержка сети.
- Меньший уровень помех и большая стабильность.

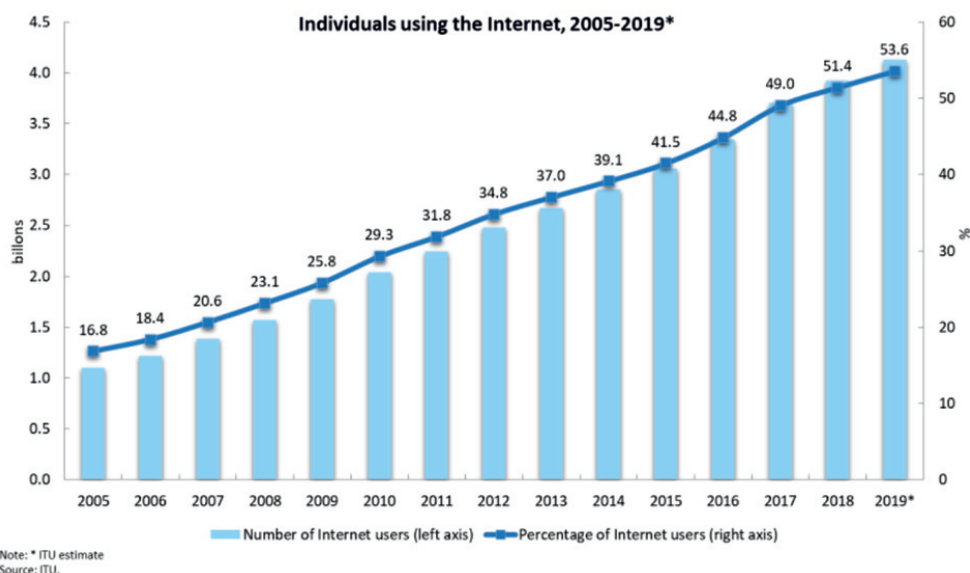


Рис. 1. Статистика пользователей Интернета, 2005-2019 г.

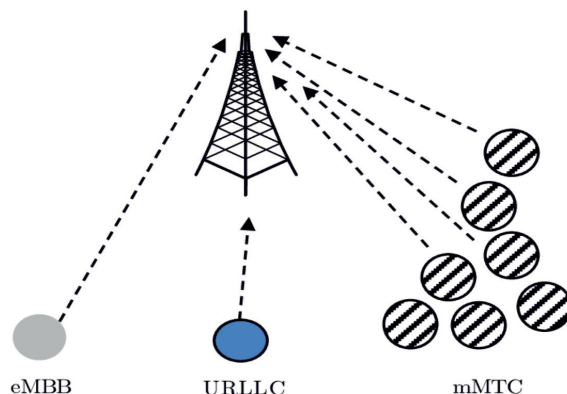


Рис. 2. Услуги беспроводной сети 5G

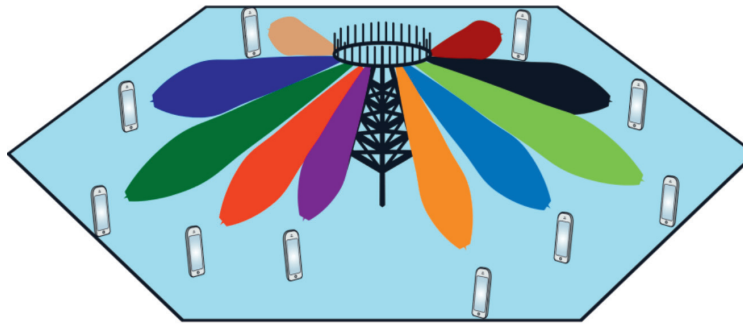


Рис. 3. Технология massive MIMO

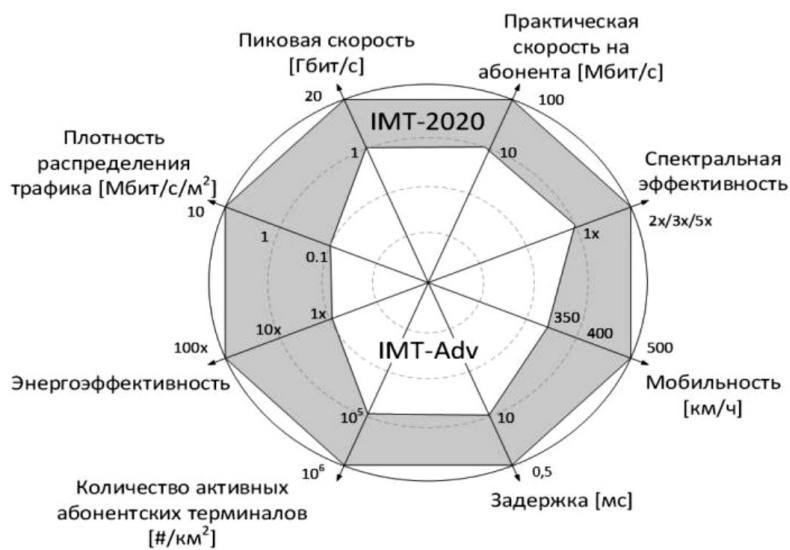


Рис. 4. Сравнение технических характеристик IMT – Advanced и IMT2020

На сегодняшний день технология 4G уже широко распространена в мире, однако сеть 5G обладает лучшими параметрами. На рис. 4 представлены основные параметры сети IMT2020 (рабочее название сети 5G по стандартам 3GPP), по сравнению с показателями IMT – Advanced (рабочее название сети 4G по стандартам 3GPP) [6]. Из рис. 4 видно, что сеть IMT2020 существенно превосходит по параметрам IMT – Advanced. LTE обладает гораздо меньшей пропускной способностью, спектральной эффективностью, мобильностью, энергоэффективностью, плотностью распределения трафика и большей задержкой.

Диапазон частот 5G будет разделен на два спектра: высокочастотный (3,4-3,8 и 4,8-4,99 ГГц) и низкочастотный (24,5-29,5, 37-43,5 и 66-71 ГГц) [6].

Главными недостатками концепции 5G являются:

– Проблема интеграции устройств с сетями предшественниками.

- Проблема дефицита частот.
- Большие финансовые затраты при развертывании вышек.
- Поднятие стоимости на услуги связи.

Проблема интеграции устройств с сетями предыдущих поколений существует довольно давно. Как известно, устройства, работающие на сетях предыдущих поколений не способны успешно кооперировать с сетями новых поколений. Таким образом, устройства третьего и четвертого не смогут подключаться к сети пятого поколения. Проблема дефицита частот заключается в физической ограниченности радиосигнала. Некоторые диапазоны, резервируемые для сетей пятого поколения, уже зарезервированы для различных сфер общества. Другая проблема заключается в неизбежных высоких финансовых затратах при стандартизации новой технологии, которые повлекут за собой повышение цен на услуги связи.

Беспроводная связь в современном обществе является одной из важных инновацион-

ных технологий в области телекоммуникаций. С масштабом интернетизации, растет интерес сообщества к беспроводным технологиям. Целесообразным являются развития в области телекоммуникации и беспроводных систем. Концепция пятого поколения представляет собой многофункциональную технологию, которая будет востребована в ближайшем будущем.

Список литературы

1. Али А.А. Состояние и перспективы развития беспроводных телекоммуникационных технологий // Вестник Казанского технологического университета. 2016. Т. 19. No 1. С. 108-110.
2. Osipov O.V., Panin D.N., Nikushin A.V. Optimum Parametric Synthesis of Broadband Matched Junctions. Technical Physics Letters, 2013, Vol. 39, No. 6, pp. 563-565.
3. Ehab ALI†, Mahamod ISMAIL, Rosdiadee NORDIN, Nor Fadzilah ABDULAH. Beamforming techniques for massive MIMO systems in 5G: overview, classification, and trends for future research// Front Inform Technol Electron Eng, 2017. 18(6), pp. 753-772.
4. Kelechi G. Eze, Matthew N. O. Sadiku, Sarhan M. Musa. 5G Wireless Technology: A Primer // International Journal of Scientific Engineering and Technology, 2018. Volume No. 7, Issue No. 7, pp. 62-64.
5. Trinh Van Chien, Emil Björnson. Massive MIMO Communications// in 5G Mobile Communications, 2017. pp. 77-116.
6. Степунин А.Н, Николаев А.Д. Мобильная связь на пути к 6G. Инфра-Инженерия, 2017. 796 с.

МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ В ФИЗИКЕ

Ярошук Е.А.

ГБПОУ МО «Ногинский колледж», Балашиха,
e-mail: sci-balashiha@mail.ru

Научное познание является развивающим-ся процессом получения достоверных знаний о мире, которые проверяются и доказываются исключительно на практике. Наука как отрасль знаний выходит далеко за границы бытового опыта, исследуя не только те объекты, с которыми человек может столкнуться в повседневной жизни, но и те, которые потенциально пригодятся в будущем. Разумеется, для того, чтобы рассмотреть последний класс объектов, вычленив общее и причинно-следственные связи во всех явлениях природы, бывает недостаточно бытовой практики, нужны другие подходы к познанию мира, способы постановки задач, ещё не возникавших в современных реалиях. Подобные задачи решает научное познание.

Специфика научного познания состоит в том, что оно базируется на строгих принципах – объективность, фальсифицируемость, рациональность. В свою очередь, научное познание так же обладает собственной методологией. Сейчас выделяют два основных типа методов

научного познания: это универсальные, общие для человеческого познания в целом, и эмпирические и теоретические.

Отмечу так же, что в основе любого научного метода лежат три принципа, которые можно назвать основополагающими. Это объективность, систематичность и воспроизводимость. В физике, как одной из главных сфер науки, подобные принципы должны неукоснительно соблюдаться при сборе и анализе сведений о всех явлениях, природных или созданных в лабораторных условиях.

Особенно важно подчеркнуть роль эксперимента в физике. Ричард Фейнман, учёный и нобелевский лауреат, называл эксперимент или опыт единственным судьёй научной истины. Основное свойство экспериментов, наряду с правильной постановкой, это воспроизводимость – то есть возможно повторить его с теми же условиями в другой точке Земли или даже космоса. При этом результаты всех экспериментов, преследующих одну и ту же цель, поставленных в одних и тех же ситуациях (с теми же материалами, оборудованием, начальными условиями), должны быть идентичны с учётом неизбежных погрешностей. Подобное требование позволяет рассматривать любые результаты как объективные, то есть лишённые искажений. Так, известны случаи, когда эксперименты, показавшие наличие памяти воды, то есть способность жидкости сохранять информацию какое-то определённое время, были признаны ложными или, что точнее, сфальсифицированными – их не удалось воспроизвести в схожих условиях другими коллективами учёных. При этом результаты, свидетельствующие о наличии памяти, получались только если в составе экспертов, проводивших эксперимент, были авторы подобной гипотезы.

Можно сделать краткий вывод: научное познание базируется на ряде принципов и методов, которые идут в разрез с принципами обычного, бытового познания. В физике одним из главных критериев истины является эксперимент. В физическом эксперименте главное не только его правильная постановка, но и воспроизводимость, то есть получение такого же результата при повторных экспериментах.

Список литературы

1. Генрих Владимирович Эрлих Воспроизводимая не-воспроизводимость // Химия и жизнь. 2015. № 8.
2. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Выпуск 1-2. Современная наука о природе. Законы механики. Пространство. Время. Движение. Учебное пособие. М.: Либроком, 2016.