

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ**

Пояснювальна записка

до бакалаврської роботи

на тему: **“ДОСЛІДЖЕННЯ SMS ТА VOICE API ТРАФІКІВ В СУЧАСНИХ
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ КОМПАНІЯХ”**

Виконала: студентка 4 курсу, групи ТСД-43
спеціальності

172 Телекомунікації та радіотехніка

(пифр і назва спеціальності)

Юрчук Е.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Руденко Н.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(прізвище та ініціали)

Київ - 2022

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Кафедра Мобільних та відеоінформаційних технологій

Ступінь вищої освіти Бакалавр

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МВТ

Н.В. Руденко

“ ”

_____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Юрчук Евеліні Ігорівні

1. Тема роботи: “Дослідження SMS та Voice API трафіків в сучасних телекомунікаційних компаніях”,
керівник роботи Руденко Наталія Вікторівна, к.т.н.,
затверджені наказом вищого навчального закладу №22 від 16.02.2022 р.

2. Строк подання студенткою роботи _____ .2022 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1. Інтерфейси прикладного програмування;
2. SMS;
3. Voice.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1. Дослідження інтерфейсів прикладного програмування;
2. Дослідження SMS API трафіків в сучасних телекомунікаційних компаніях;
3. Дослідження Voice API трафіків в сучасних телекомунікаційних компаніях;
4. Порівняння телекомунікаційних компаній США, Індії та України.

5. Графічна частина роботи представлена на 10 слайдах презентації.

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Підбір науково-технічної літератури	21.03.22	Викон.
2.	Дослідження інтерфейсів прикладного програмування	04.04.22	Викон.
3.	Дослідження SMS API трафіків в сучасних телекомунікаційних компаніях. Дослідження Voice API трафіків в сучасних телекомунікаційних компаніях	25.04.22	Викон.
4.	Порівняння телекомунікаційних компаній США, Індії та України	06.05.22	Викон.
5.	Висновки, вступ, реферат	09.05.22	Викон.
6.	Розробка презентації	13.05.22	Викон.

Студентка

Юрчук Е.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Руденко Н.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Текстова частина бакалаврської роботи: 51 стор.; 13 рис., 2 табл., 28 дж.

Об'єктом дослідження є процес передачі даних в сучасних телекомунікаційних мережах.

Предметом дослідження є методи SMS і Voice передавання даних.

Метою бакалаврської роботи є дослідження SMS і Voice API трафіків в сучасних телекомунікаційних компаніях.

Методи досліджень. Для досягнення поставлених цілей в бакалаврській роботі використано: методи теорії телетрафіку.

У першому розділі розглянуто інтерфейси прикладного програмування, досліджено для чого це потрібно та ким використовується. Показано, чому API необхідне та корисне у сучасному телекомунікаційному середовищі.

У другому розділі досліджено види SMS API трафіків у сучасних телекомунікаційних компаніях США, Індії та України.

У третьому розділі розглянуто VoIP телефонію. Показано різницю і популяризованість серед двох протоколів: SIP і H.323.

У четвертому розділі виконано аналіз телекомунікаційних компаній у трьох країнах США, Індія і Україна.

LTE, API, VOICE API, 4G, 5G, AT&T, T-MOBILE, ATLANTIS TELECOM, SIP, H.323 VERIZON, ЛІО, GMS, VONAGE, HTTP, 2WAY, SMPP, A2P, P2P, IP-ТЕЛЕФОНІЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕРФЕЙСІВ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАМУВАННЯ.....	10
1.1 Опис API. Приклади API.....	10
1.2 Історія появи інтерфейсу прикладного програмування.....	12
1.3 Для чого потрібен API та ким використовується	12
1.4 Сучасний API.....	14
1.5 Чому використання API необхідне та корисне	14
2 ДОСЛІДЖЕННЯ SMS API ТРАФІКІВ В СУЧАСНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ КОМПАНІЯХ	16
2.1 Опис SMS API	16
2.2 Історія появи різних типів SMS API	17
2.3 Розвиток. Використання в сучасних компаніях в США, Індії, Україні	18
3 ДОСЛІДЖЕННЯ VOICE API ТРАФІКІВ В СУЧАСНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ КОМПАНІЯХ	25
3.1 Опис Voice API.....	25
3.2 Історія появи. Яка компанія запровадила.....	44
3.3 Розвиток технології Voice API.....	45
3.4 Використання в сучасних компаніях США, Україна, Індія	51
4 ПОРІВНЯННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ КОМПАНІЙ США, ІНДІЇ ТА УКРАЇНИ	53
4.1 SMS API компанії.....	53
4.2 Voice API компанії	57
ВИСНОВКИ.....	60
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	62
ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ	65

ВСТУП

В сьогоднішній розвиток сучасних систем зв'язку, таких як API зв'язок, є як фінансово - економічною, науково - технічною, техніко - технологічною, так і екологічною стабільністю країни. Новітні засоби передачі інформації голосом та через повідомлення - це не лише вклад в розвиток світової IT-спільноти, а й проектування нових телекомунікаційних засобів та мереж спілкування в реальному часі між двома людьми та між однією і кількома сотнями, тисячами, мільйонами людей.

На основі трьох найцікавіших країн у телекомунікаційному середовищі, Індії - країна, яка займає друге місце у світі по кількості з'єднань, США - країна, яка має дуже жорстку телекомунікаційну структуру проходження верифікації компанії, що має право на використання телекомунікаційних послуг та України - країни, що зростала, що на даний момент має в своїх лавах компанію, яка стала першою і найуспішнішою в СНД у регіоні центру обміну повідомленнями, найперспективнішими та найактуальнішими способами обміну інформацією є SMS та Voice API типи трафіку. Це популярні високошвидкісні види комунікацій, які дозволяють передавати дані не лише на більш високих швидкостях та безпечнішому рівні, але й відкривають безліч можливостей відправки пакетів через взаємодію з API інтерфейсом з будь якого куточку світу та будь якого гаджету.

Якісний телефонний зв'язок це вагомий внесок у розвиток суспільства. Розвинення сучасних інтернет-технологій, не лише відкриває нові можливості, але і значно спрощує життя та дозволяє суттєво зберегти кошти споживача на використанні послуг зв'язку, адже кількість абонентів у світі зростає кожної хвилини і телекомунікаційні можливості розвинулися з відправки одного повідомлення протягом місяця до однієї секунди. Те що кілька років назад потребувало величезного вкладу у телефонію, особливо для великих маркетингових компаній, зараз можна отримати завдяки власного інтерфейсу та HTTP, SMPP чи VoIP підключень.

Насамперед, стрімкий розвиток технологій стирає межі між телекомунікаціями та технологіями API, у зв'язку з чим сьогодні ці 2 галузі все частіше розглядаються та регулюються як одна єдина. Технологічний розвиток API зв'язку змушує постійно коригувати регулятивне середовище, що діє та формує нові підходи до створення найкращих умов розвитку галузі у контексті постійних технологічних інновацій. Тому актуальним питанням залишається вибір оптимальної технології мереж мобільного зв'язку, що задовольнить потреби користувачів. Тож ціль роботи є визначення головних особливостей SMS і Voice API трафіків та аналіз застосування даних технологій у світі, а також визначення перспектив розвитку для України.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕРФЕЙСІВ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

1.1 Опис API. Приклади API

API це акронім від Application Programming Interface - інтерфейс прикладного програмування або програмний посередник, що робить функції комп'ютерної програми доступними для іншої комп'ютерної програми через опис способів (набір класів, процедур, функцій, структур чи констант).

Тобто API це спосіб для різних програм спілкуватись один з одним.

Коли ви використовуєте програму на своєму мобільному телефоні, програма підключається до Інтернету та надсилає дані на сервер. Потім сервер отримує ці дані, інтерпретує їх, виконує необхідні дії та надсилає їх назад на ваш телефон. Після цього програма інтерпретує ці дані та представляє вам необхідну інформацію в доступному для читання вигляді. Все це відбувається через API. Схема роботи API приведена на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Схема роботи API

Приведу декілька прикладів API у реальному житті. Уявіть, що ви сидите за столиком у ресторані з меню на вибір. Кухня є частиною «системи», яка підготує ваше замовлення. Чого не вистачає, так це важливого зв'язку, щоб передати ваше замовлення на кухню та доставити їжу назад до вашого столу. Ось тут на допомогу приходить офіціант або API. Офіціант — це месенджер або API, який приймає ваш запит чи замовлення і повідомляє кухні — системі — що робити. За тим, офіціант повертає вам відповідь, в даному випадку це їжа. Приклад зображений на рис. 1.2.

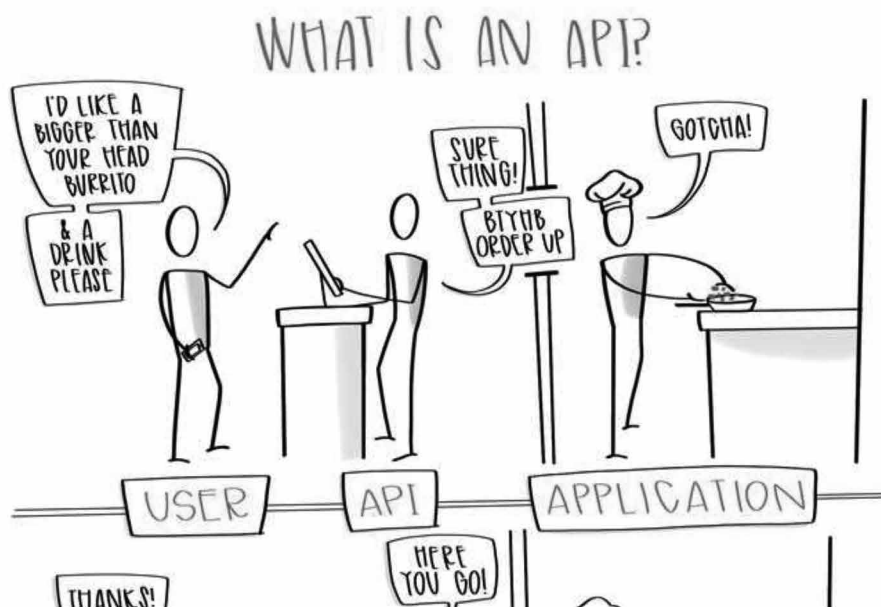


Рис. 1.2. Приклад роботи API в реальному житті

Ось приклад із реального API. Можливо, ви знайомі з процесом пошуку авіарейсів в Інтернеті. Як і в ресторані, у вас є різноманітні варіанти на вибір, включаючи різні міста, дати відправлення та повернення, тощо. Уявімо, що ви бронюєте рейс на веб-сайті авіакомпанії. Вибираєте місто і дату відправлення, місто і дату повернення, клас салону, а також інші змінні. Щоб забронювати рейс, ви взаємодієте з веб-сайтом авіакомпанії, щоб отримати доступ до їх бази даних і перевірити, чи вільні місця на ці дати та які можуть бути витрати.

Однак що робити, якщо ви не використовуєте веб-сайт авіакомпанії – канал, який має прямий доступ до інформації? Що робити, якщо ви використовуєте туристичний онлайн-сервіс, який збирає інформацію з ряду баз даних авіакомпаній?

Туристичний сервіс у цьому випадку взаємодіє з API авіакомпанії. API — це інтерфейс, який, як і вашого корисного офіціанта, може попросити ця онлайн-служба подорожей отримати інформацію з бази даних авіакомпанії, щоб забронювати місця, варіанти багажу, тощо. Наступним кроком API приймає відповідь авіакомпанії на ваш запит і доставляє її правильно. Повернутися до онлайн-служби подорожей, яка показує найновішу та актуальну інформацію.

1.2 Історія появи інтерфейсу прикладного програмування

Історично API існували з моменту появи персональних комп'ютерів та в основному для обміну між двома або більше програмами. Однак поява API в Інтернеті (те, що здебільшого називають веб-API) відбулося приблизно в 2000 році. Відтоді API викликали значний інтерес з боку практиків і дослідників до такої міри, що деякі дослідники стверджують, що ми зараз живемо в економіці API. Цю позицію підтверджує той факт, що ми стали взаємопов'язаними, як ніколи і API в першу чергу забезпечують взаємозв'язок людей, програм і систем. Таким чином, API стають волокном цифрової екосистеми, яка прагне об'єднати бізнес і економіку, щоб створити цінність і розвинути більше можливостей. Ринок мобільних додатків, одна з найбільш швидкозростаючих областей інформаційних технологій, часто використовує API.

1.3 Для чого потрібен API та ким використовується

1. Розробка

Звісно ж прикладне програмування спрощує загально процес програмування під час створення додатків, абстрагуючи базову реалізацію та надаючи лише об'єкти чи дії, необхідні розробнику. Якщо графічний інтерфейс для поштового клієнта може надати користувачеві кнопку, яка виконає всі кроки для вибірки та виділення нових листів, то API для вводу та виводу файлів може дати розробнику функцію, яка копіює файл з одного місця в інше, не вимагаючи від розробника розуміння операцій файлової системи, що відбуваються за лаштунками.

Тобто API дозволяє розробникам заощаджувати час, використовуючи переваги реалізації платформи для виконання дрібниць. Це допомагає зменшити кількість коду, необхідного для створення розробникам, а також допомагає створити більше узгодженості між додатками для однієї платформи. API можуть контролювати доступ до апаратних і програмних ресурсів.

2. Маркетинг

API революціонізували цифровий маркетинг. Вони дозволили системам автоматизації маркетингу синхронізуватися з CRM-системами. Вони є основою багатьох платформ SEO та платформ звітності.

І вони є фундаментом майже для кожної платформи соціальних мереж.

Розуміння того, що можна легко надсилати інформацію в улюблені маркетингові програми та з них, відкриває багато можливостей для впорядкування та оптимізації ваших маркетингових операцій.

3. Для інтеграції додатків

Якщо програму (модуль, бібліотеку) розглядати як чорну скриньку, то API — це набір «ручок», які доступні користувачеві цієї скриньки і які він може крутити та смикати.

Програмні компоненти взаємодіють один з одним за допомогою API. При цьому зазвичай компоненти утворюють ієрархію – високорівневі компоненти використовують API низькорівневих компонентів, а ті використовують API ще більш низькорівневих компонентів.

За таким принципом побудовано протоколи передачі даних через Інтернет. Стандартний стек протоколів (мережева модель OSI) містить 7 рівнів (від фізичного рівня передачі біт до рівня протоколів додатків, подібних до протоколів HTTP та IMAP). Кожен рівень користується функціональністю попереднього («нижнього») рівня передачі даних і, у свою чергу, надає потрібну функціональність наступному («вищележачому») рівню.

Поняття протоколу є близьким за змістом до поняття API. І те, й інше є абстракцією функціональності, тільки в першому випадку йдеться про передачу даних, а в другому про взаємодію додатків.

1.4 Сучасний API

Протягом багатьох років те, що таке «API», часто описує будь-який загальний інтерфейс підключення до програми. Однак останнім часом сучасний API набув деяких характеристик, які роблять їх надзвичайно цінними та корисними:

Сучасні API дотримуються стандартів (зазвичай HTTP і REST), які зручні для розробників, легко доступні та широко зрозумілі.

До них ставляться більше як до продуктів, ніж до коду. Вони розроблені для використання певною аудиторією (наприклад, розробників мобільних пристроїв), вони задокументовані, і вони мають версії таким чином, щоб користувачі могли мати певні очікування щодо їх обслуговування та життєвого циклу.

Оскільки вони набагато більш стандартизовані, вони мають набагато сильнішу дисципліну щодо безпеки та управління, а також контролюються й керуються для ефективності та масштабу.

Як і будь-яка інша частина програмного забезпечення, сучасний API має свій власний життєвий цикл розробки програмного забезпечення (SDLC) проектування, тестування, створення, керування та керування версіями. Крім того, сучасні API добре задокументовані для використання та керування версіями.

1.5 Чому використання API необхідне та корисне

API є важливими інструментом для розвитку багатьох бізнес моделей і типових будніх речей, як маркетинг, розробка і навіть забезпечування рівня безпеки.

Оскільки маркетингове програмне забезпечення використовує багато різних джерел даних для отримання інформації. API дозволяє програмі однієї компанії передавати інформацію до програми іншої компанії. І все це вони роблять за лаштунками – поза полем зору користувача.

Оскільки дані вашого телефону ніколи не відкриваються повністю для

сервера, а також сервер ніколи не відкривається повністю для вашого телефону. Замість цього кожен спілкується з невеликими пакетами даних, ділиться лише тим, що необхідно.

До API цю інформацію не можна було легко запитувати та передавати від програми до програми. Зазвичай все це потрібно робити в одній великій програмі. Це було вкрай неефективно. Завдяки API компанії можуть запитувати лише потрібні їм дані з іншої програми, впроваджувати їх у власне програмне забезпечення та надавати вам потрібні результати.

Ось чому велика увага приділяється SMS і Voice API в веб – API.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ SMS API ТРАФІКІВ В СУЧАСНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ КОМПАНІЯХ

2.1 Опис SMS API

Як такого поняття SMS API не існує. Це сукупність типів і видів відправлень повідомлень через API, не використовуючи телефон. Наприклад тип 2Way SMS API або відправка повідомлень через API окремого програмного забезпечення на основі HTTP або SMPP протоколів.

API окремого програмного забезпечення – це тип API, який дозволяє коду надсилати короткі повідомлення через SMS-шлюз.

SMS-шлюзом виступає інтерфейс, який дозволяє відправляти і отримувати SMS-повідомлення без використання мобільного телефону. При цьому повідомлення перетворюються на HTTP запит і назад.

Оскільки інфраструктури для SMS-зв'язку та Інтернету в основному розділені, види поняття API SMS часто використовуються для ліквідації розриву між мережами операторів телекомунікацій та широкосмуговими мережами. Вони використовуються для того, щоб веб-програми могли легко надсилати та отримувати текстові повідомлення за допомогою логіки, написаної для стандартних веб-фреймворків.

Веб – фреймворк – фреймворк, призначений для створення динамічних веб-сайтів, мережевих програм, сервісів або ресурсів. Він спрощує розробку та позбавляє необхідності написання рутинного коду. Багато фреймворків спрощують доступ до баз даних, розробку інтерфейсу, а також зменшують дублювання коду. Просто кажучи веб – фреймворк це каркас веб – програм.

В свою чергу фреймворк – це програмна платформа, що визначає структуру програмної системи. Програмне забезпечення, що полегшує розробку та об'єднання різних компонентів великого програмного проекту.

2.2 Історія появи різних типів SMS API

Почну з відомих фактів. Аби детальніше зрозуміти шлях розвитку. Усі ми знаємо історію появи першого SMS-повідомлення. 3 грудня 1992 року інженер випробувач Ніл Папворт компанії Sema надіслав перше у світі SMS-повідомлення: «Merry Christmas», яке отримав директор компанії Водафон Річард Джарвіс на свій мобільний телефон Orbitel 901, перший із сертифікованих під GSM-стандарт.

А от сама ідея передачі текстових повідомлень в мережі GSM виникла ще у 1985 році і розроблялась франко-німецькою групою інженерів, якими було запропоновано створити спеціальну службу передачі алфавітно-цифрових повідомлень «з можливостями підтвердження». Для мінімізації навантажень на телекомунікаційні мережі їх планувалось передавати у періоди відсутності голосового трафіку, що змусило обмежити довжину повідомлень до 128 байтів (пізніше ліміт був збільшений до 160 семибайтових символів). У лютому 1987 року була випущена перша технічна специфікація GSM-зв'язку під зарезервовану Європейською комісією частоту 900 МГц і протягом 38 тижнів відповідна мережа була розгорнута в 26 країнах Європи. У листопаді того ж року було завершено і розробку відповідного стандарту SMS-повідомлень.

Першою комерційну мережу сервісу коротких повідомлень у 1993 році розгорнула шведська компанія Telia (нині TeliaSonera), однак лише у формі інформування абонентів службовими сповіщеннями.

Саме широке використання стільникового зв'язку не тільки населенням, але і комерційними компаніями стало причиною виникнення та популяризації мобільного маркетингу, який здійснювався за допомогою мобільних пристроїв через стільниковий зв'язок SMS (Short Message Service). І в 2000 році в Європі та Азії, а впродовж практично у всьому світі SMS API набув популярності.

2.3 Розвиток. Використання в сучасних компаніях в США, Індії, Україні

По-справжньому цей вид реклами, а разом і SMS API заявив про себе в США, де перше розсилання, що включає використання короткого (чотиризначного) номера, було здійснено компанією Labatt Brewing в 2002 році в Північній Америці. Саме після того випадку і набули широкої популярності чотиризначні номери, які використовувалися в основному SMS-агрегаторами.

Багато компаній стали використовувати короткі номери як своєрідний «мобільний домен» для свого бренду. Використання коротких номерів дозволяло і дозволяє споживачам за допомогою SMS ставити запитання, брати участь у подіях, залишатися в курсі новин компанії та багато іншого. Так з'явився вид 2Way SMS API.

2Way SMS API – це тип двостороннього обміну повідомленнями за допомогою віртуальних номерів (short code, Toll free, long number, 10DLC). Двосторонній тип повідомлень надає своїм користувачам можливість отримувати відповіді від клієнтів, і так само швидко відповідати їм, як у розмові по SMS у реальному часі.

Віртуальні номери в даному випадку потрібні для зв'язку між адресантом і адресатом. Коли адресант відправляє повідомлення, на яке хоче отримати відповідь йому потрібно вказати віртуальний номер, в якості сендера (англ. Sender / communicator – той хто ініціює повідомлення, той від кого воно приходить), щоб пришла відповідь від адресата до адресанта. Коли адресат відповідає він використовує сендер, віртуальний номер для з'єднання з адресантом.

Short codes – короткі коди або короткі номери (5-6 або 8 цифр), значно коротші за телефонні номери, які використовуються для обміну повідомленнями A2P у США. Короткі коди є унікальними для кожного оператора на технологічному рівні. Незважаючи на це, провайдери зазвичай мають угоди, щоб уникнути дублювання. У деяких країнах, наприклад у Сполучених Штатах, деякі класи номерів є міжоператорськими (використовуються кількома провайдерами або операторами. Номери між операторами в США називаються загальними

короткими кодами).

10-digit long code (10DLC) або 10-значні довгі коди – новий стандарт обміну повідомленнями A2P в США, який застосовується до всіх повідомлень більше 10-значних географічних номерів. Цей стандарт надає багато переваг, включаючи більш високу швидкість обміну повідомленнями та кращу доставку. Також він підтримує голосові послуги та SMS. В той час, як короткі коди підтримують лише SMS.

Toll-free numbers – безкоштовні номери, це номери з чіткими тризначними кодами регіонів, які можна набрати зі стаціонарних телефонів безкоштовно для абонента. Ці номери доступні в США та Канаді і протягом кількох років були санкціоновані як канал ділових повідомлень. Їх можливо використовувати для всіх типів обміну повідомленнями A2P, включаючи маркетинг.

Приклади відображення short codes, 10DLC, Toll-Free numbers сендерів на телефоні зображені на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Приклади відображення short code, 10DLC, Toll-Free сендерів

Long number – довгі номери, призначені лише для P2P-повідомлень. Їх не можна використовувати для маркетингу або обміну повідомленнями A2P в США. Фактично, американські оператори зобов'язали всі компанії, які використовують довгі номери, переходити на санкціонований канал обміну повідомленнями (short

code, 10DLC, toll free) або стикатися з комісіями, штрафами, жорсткою фільтрацією та блокуванням.

Однак подібні розсилки не були погоджені з адресатами і звичайно, така доступність не могла не вийти «боком». З розвитком історії мобільного маркетингу, з'явилась нова форма спаму – спам на мобільний телефон (кореспонденції рекламного або іншого характеру людям, які не хочуть її отримувати) . Ця форма спрямована на текстові повідомлення або інші комунікаційні послуги мобільних телефонів. Саме США одними із перших зрозуміли, що проблему мобільного спама не вирішити без прийняття закону. Тому у серпні 2004 року Федеральна комісія США зі зв'язку (FCC) випустила наказ, у якому повторювалося, що спам-повідомлення SMS на мобільні телефони є незаконними відповідно до чинного Закону про захист споживачів телефонних послуг (ТСРА). Кожне таке небажане повідомлення, отримане без дозволу, дає одержувачу право звернутися з відправником до суду дрібних позовів і отримати мінімум 1 долар США за кожне порушення. Вони сказали це в 2003 році і повторили це в 2004 році: «У 2003 році ми випустили звіт і наказ, у якому підтвердили, що ТСРА забороняє будь-які дзвінки за допомогою системи автоматичного телефонного набору або штучного або попередньо записаного повідомлення на будь-який номер бездротового телефону. Ми прийшли до висновку, що це охоплює як голосові дзвінки, так і текстові повідомлення, включаючи дзвінки текстовими повідомленнями служби коротких смс, на номери бездротових телефонів».

Саме тому однією з важливих особливостей віртуальних номерів є затвердження, що у адресанта завжди має бути можливість відписатися від контенту. В текстовому повідомленні, яке надсилає адресат має бути вказане слово-тригер, наприклад: “STOP”, яке адресант відправить назад і його номер автоматично попаде в лист відписників (англ. Unsubscribe list), який буде блокувати відправку подальшого контенту цієї компанії.

Також для відправки 2Way повідомлень віртуальні номери мають бути обов'язково зареєстровані, попередньо пройшовши реєстрацію компанії, яка буде

їх відправляти і підтвердження контенту, який вона збирається відправляти з віртуальними номерами. Реєстрація проходить за декілька днів або тижнів. І обов'язково проходить підтвердження трьох найбільших телекомунікаційних компаній США: AT&T, Verizon, T-Mobile US.

У період з 2008 по 2019 рік AT&T щороку мала найвищий операційний дохід у Сполучених Штатах. Для AT&T, Verizon та T-Mobile US за останні десять років дохід значно зріс. Дохід T-Mobile за цей час зріс майже втричі. AT&T і Verizon також були визнані одними з найдорожчих телекомунікаційних брендів у всьому світі в 2019 році. Більшість доходів від бездротових телекомунікацій у Сполучених Штатах отримують саме ці три компанії. З 2011 року дві найбільші компанії – Verizon і AT&T – володіють приблизно третиною ринку передплати бездротового зв'язку в Сполучених Штатах, тоді як T-Mobile і Sprint разом займають близько тридцяти відсотків. Заплановане та затверджене злиття між T-Mobile та Sprint є ознакою подальшої консолідації ринку. Це створить третього повноцінного великого гравця на ринку телекомунікацій США нарівні з AT&T і Verizon. На рис. 2.2. зображено дохід основних постачальників телекомунікаційних послуг США у 2020 році.

Дохід основних постачальників телекомунікаційних послуг США у 2020 році зображений на рис. 2.2.

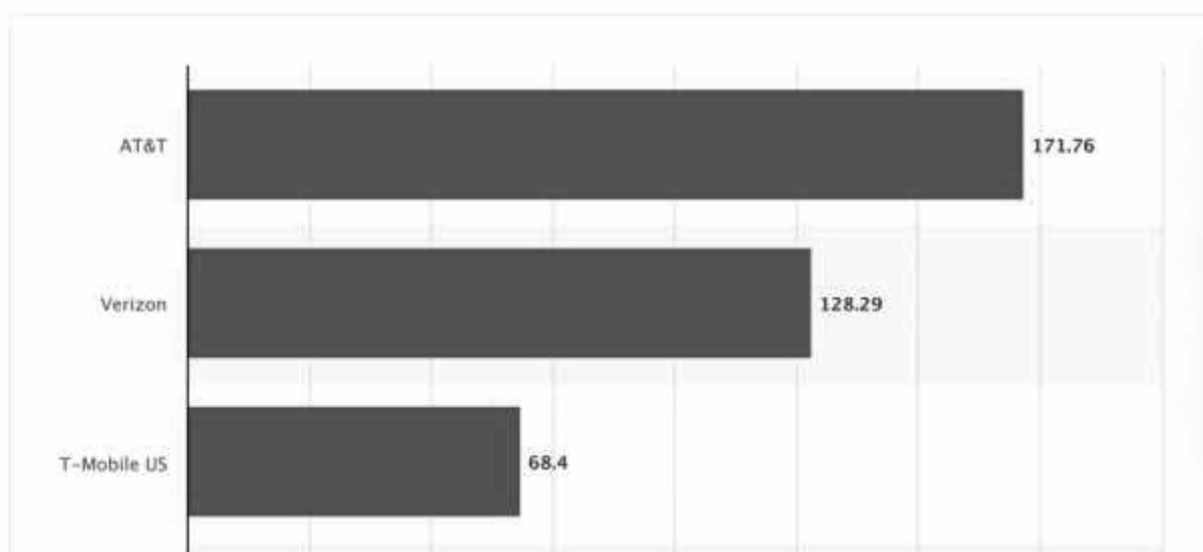


Рис. 2.2. Дохід основних постачальників телекомунікаційних послуг США у 2020

році. AT&T – 171,76 мільярда доларів; Verizon – 128,29 мільярда доларів; T-Mobile US – 68,4 мільярда доларів

На індійському ринку є багато компаній, які щомісяця орендують ключові слова, символи яких на звичайній телефонній клавіатурі представляють короткі коди. Короткі коди мають довжину з п'яти цифр і повинні починатися з цифри «5». П'ять цифр можуть бути розширені трьома цифрами, які додатково представляють три додаткові символи. Тексти, надіслані на ці короткі коди, зазвичай називаються SMS-повідомленнями з преміальним тарифом. Можна надіслати будь-яку довжину повного повідомлення, починаючи від 100–500, але вони підтримуються лише деякими провайдерами. Одним із них є провайдер №1 в Індії – TextLocal.

В Україні короткі коди не використовуються, але популярні довгі віртуальні номери, як в P2P SMS, так і в Voice трафіках.

P2P (англ. Person-to-Person, Peer-to-Peer) – від людини до людини або від рівного до рівного, це процес обміну SMS-повідомленнями між одним мобільним телефоном та іншим через дійсну мобільну мережу. В якій і відправник, і одержувач SMS-повідомлень підключені до мобільного оператора. Після надсилання SMS-повідомлення з мобільного телефону відправника SMS надсилається оператору мережі, а потім доставляється на мобільний телефон одержувача. Схема роботи приведена на рис. 2.3.

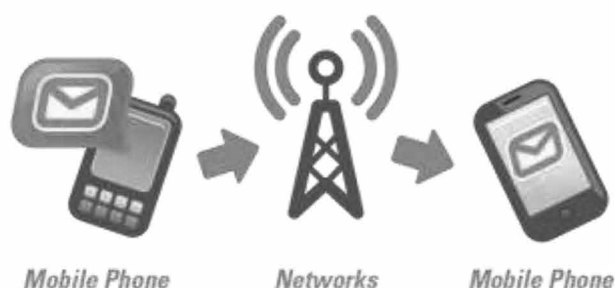


Рис. 2.3. Схема роботи P2P трафіка

A2P (англ. Application-to-Person) – від додатку до людини, це процес, за допомогою якого повідомлення надсилаються з програми, зазвичай веб-платформи, до мобільного користувача. Повідомлення, які надходять не з мобільного пристрою з SIM-карткою, вважаються повідомленнями A2P. Схема роботи приведена на рис. 2.4.



Рис. 2.4. Схема роботи A2P трафіка

Здебільшого, A2P процес розгортають, як транзитний трафік на основі HTTP (англ. HyperText Transfer Protocol) та SMPP (англ. Short message peer-to-peer protocol) протоколів. Для підключення кожна компанія надсилає один одному технічну форму з IP для підключення і надсилання трафіку, логін деталями (логін і пароль) SMS каналу, через який буде йти трафік, допустимий TPS (англ. Transactions Per Second) або MPS (англ. Message Per Second) – кількість повідомлень за секунду та специфічні статуси повідомлень, які позначають в якому статусі знаходиться повідомлення (воно дійшло до кінцевого користувача, воно ще надсилається, повідомлення відбилось з якихось причин і т.д.). Ці деталі залежать від архітектури обладнання, яке маршрутизує повідомлення.

На основі якого протоколу буде відбуватись підключення залежить від кількості трафіку, швидкості надсилання, обладнання та вподобань самого клієнта. Вони відрізняються лише тим, що HTTP більш простий у програмуванні та налаштуванні, ніж SMPP. А SMPP більш простий у використанні, адже

зазвичай цей протокол використовують у режимі постійного підключення, обмін пакетами може відбуватися як синхронно (після відправки запиту подальший обмін пакетами зупиняється до отримання відповіді), і асинхронно (запити відправляються без затримок, обробка відповідей відбувається у міру надходження), що дозволяє значно підвищити швидкість передачі, так як не потрібно щоразу встановлювати з'єднання. В той момент, як при HTTP підключенні кожен раз потрібно надсилати запит на підняття каналу для вдалого надсилання трафіку.

Основою є технологія «клієнт-сервер», тобто передбачається існування споживачів (клієнтів), які ініціюють з'єднання та надсилають запит, і постачальників (серверів), які очікують на з'єднання для отримання запиту, роблять необхідні дії та повертають назад повідомлення з результатом. Оскільки цей протокол працює у режимі «Запит-відповідь», то передачі кожного запиту необхідно встановлювати окреме з'єднання від клієнта до сервера. Тому протокол підходить для клієнтів з невеликим трафіком, або, навпаки, для відправки значних розсилок з однаковим текстом.

В Україні представниками A2P і P2P SMS-повідомлень являється компанія GMS – Global Message Services. Вони є першими провайдерами SMS в Україні, лідерами на ринку СНД з 2006 року. Компанія розширилася по всьому світу, охопивши 900 операторів мобільного зв'язку, понад 240 з яких підключені безпосередньо, у всьому світі.

Багатоканальна платформа обміну повідомленнями GMS Huber дозволяє підприємствам доставляти повідомлення через різні канали по всьому світу. А також, GMS є офіційним партнером Viber.

Представником в Індії є компанія, яку я згадувал вище – TextLocal. TextLocal охоплює SMS API понад 225 000 компаній, відправляє більше 1 більйону повідомлень в місяць, має 13 років досвіду роботи в телекомунікаціях та 15 нагород.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ VOICE API ТРАФІКІВ В СУЧАСНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ КОМПАНІЯХ

3.1 Опис Voice API

Голосовий API – це інструмент, який розробники програмного забезпечення використовують для здійснення та отримання телефонних дзвінків за допомогою інтерфейсу програмного забезпечення (API). Голосовий API з'єднує програми на базі Інтернету до комутованої телефонної мережі загального користування (англ. Public Switched Telephone Network – PSTN). Використання голосового API дозволяє створювати логіку виклику, яка поширюється на користувачів на будь-якому пристрої, через будь-яку мережу, у будь-якій точці світу. Це також дозволяє додавати повну функціональність VoIP до програм, щоб здійснювати та отримувати дзвінки лише через Інтернет, не підключаючись до телефоної мережі загального користування.

VoIP (англ. Voice over IP — голос через IP) – технологія передачі звукових даних мережею у реальному часі. Вона використовується не тільки для дзвінків через інтернет, але й для відеотрансляцій, конференцій, перегляду записів з камер відеоспостереження зі звуком тощо.

IP (англ. Internet Protocol) – міжмережевий протокол, який поєднав комп'ютерні мережі всього світу в одну глобальну мережу — Internet, використовуючи для цього унікальну IP-адресу, присвоєну кожному приєднаному до мережі Інтернет пристрою — ПК, ноутбуку, планшету або смартфону.

IP-телефонія — складова частина VoIP, це загальна назва для будь-якого телефонного зв'язку, яка здійснюється через інтернет за допомогою мережевого протоколу IP. Завдяки цій технології телефонний номер можна прив'язати не до конкретного місця, а до певного користувача, у якого є доступ до мережі.

В якості транспортної мережі сервісів VoIP завжди використовується бездротовий інтернет за допомогою Wi-Fi, EDGE або 3G, LTE (5G).

Завдяки розвитку цих технологій, мобільні мережі, які мають 40-річну

історію, яка збігається з Інтернетом, зазнали значних змін. Перші два покоління підтримували голос, а потім текст, а 3G визначив перехід до широкосмугового доступу, підтримуючи швидкість передачі даних, що вимірюється в сотнях кілобіт на секунду. Сьогодні індустрія працює в 4G (підтримуючи швидкість передачі даних, яка зазвичай вимірюється в кілька мегабіт в секунду) і переходить на 5G з обіцянкою десятикратного збільшення швидкості передачі даних.

Але 5G – це набагато більше, ніж збільшення пропускної здатності. 5G являє собою фундаментальну перебудову мережі доступу таким чином, що використовує кілька ключових технологічних тенденцій і налаштовує її на шлях, щоб забезпечити набагато більші інновації. Подібно до того, як 3G визначив перехід від голосового зв'язку до широкосмугового, обіцянка 5G передусім стосується переходу від єдиної служби доступу (широкосмугового підключення) до більшої колекції периферійних послуг і пристроїв. Очікується, що 5G забезпечить підтримку інтерфейсів користувача з зануренням (наприклад, AR/VR – доповнена реальність/віртуальна реальність), критично важливих додатків (наприклад, громадська безпека, автономні транспортні засоби) та Інтернету речей (IoT). Оскільки ці варіанти використання будуть включати все, від побутової техніки до промислових роботів і самокерованих автомобілів, 5G не лише підтримуватиме доступ людей до Інтернету зі своїх смартфонів, а й цілий ряд автономних пристроїв, які працюють разом від їхнього імені. Підтримка цих служб не лише покращує пропускну здатність або затримку для окремих користувачів. Як ми побачимо, потрібна принципово інша архітектура граничної мережі. Вимоги до цієї архітектури є амбітними, і їх можна проілюструвати трьома класами можливостей:

- Для підтримки масового інтернету речей (англ. Massive Internet-of-Things), потенційно включаючи пристрої з наднизьким рівнем енергії (10+ років роботи від акумулятора), наднизькою складністю (10 с біт на секунду) і надвисокою щільністю (1 мільйон вузлів на квадратний кілометр).
- Для підтримки критичного контролю (англ. Mission-Critical Control), що потенційно включає надвисоку доступність (більше 99,999% або «п'ять

дев'яток»), наднизьку затримку (до 1 мс) і надзвичайну мобільність (до 100 км/год).

- Для підтримки розширеної мобільної широкопasmової мережі (англ. Enhanced Mobile Broadband), яка потенційно може включати екстремальні швидкості передачі даних (кілька Гбіт/с, постійна швидкість 100+ Мбіт/с) і надзвичайну пропускну здатність (сукупна пропускну здатність 10 Тбіт/с на квадратний кілометр).

Ці цілі, безсумнівно, не будуть досягнуті за одну ніч, але це відповідає тому, що кожне покоління мобільної мережі – це зусилля, яке триває десятиліття. На додаток до цих кількісних покращень можливостей мережі доступу, 5G розглядається як шанс для створення платформи для підтримки інновацій. У той час як попередні мережі доступу, як правило, були оптимізовані для відомих послуг (таких як голосові дзвінки та SMS), Інтернет був надзвичайно успішним значною мірою тому, що підтримував широкий спектр програм, про які навіть не думали, коли він був створений. Мережа 5G розробляється з тією ж метою, щоб забезпечити всі види майбутніх додатків, крім тих, які ми повністю визнаємо сьогодні.

Мобільна мережа 5G, оскільки вона йде еволюційним шляхом, а не точковим рішенням, включає стандартизовані специфікації, широкий вибір варіантів реалізації та довгий список бажаних цілей. Оскільки це залишає так багато місця для інтерпретації, підхід до опису 5G ґрунтується на двох взаємодопоміжних принципах. По-перше, це застосування системної лінзи, тобто послідовність проектних рішень, які ведуть до рішення, а не до перерахування переважної кількості аббревіатур або окремих точкових технологій як факту. По-друге, агресивно дезагрегувати систему. Побудова дезагрегованої, віртуалізованої та програмно-визначеної мережі доступу 5G — це напрямок, у якому галузь уже рухається (з поважних технічних та бізнес-причин), але розбиття мережі 5G на її елементарні компоненти також є найкращим способом пояснити, як працює 5G. Це також допомагає проілюструвати, як 5G може розвиватися в майбутньому, щоб забезпечити ще більшу цінність.

Що стосується 3G, позначення покоління відповідає стандарту, визначеному Проектом партнерства третього покоління (3GPP). Незважаючи на те, що в його назві є «3G», 3GPP продовжує визначати стандарти для 4G і 5G, кожен з яких відповідає послідовності випусків стандарту. Ускладнюючи термінологію, 4G перебував на еволюційному шляху з багатьма випусками, який називався довгостроковою еволюцією (LTE). 5G йде схожим еволюційним шляхом, з кількома очікуваними випусками протягом свого життя.

Хоча 5G є амбітним прогресом за межами 4G, розуміння 4G також є першим кроком до розуміння 5G, оскільки деякі аспекти останнього можна пояснити як надання нового ступеня свободи для першого. У наступних розділах ми часто представляємо деякі архітектурні особливості 4G як спосіб закласти основу для відповідного компонента 5G.

Як і Wi-Fi, стільникові мережі передають дані на певних смугах частот у радіочастоті. На відміну від Wi-Fi, який дозволяє будь-кому використовувати канал на частоті 2,4 або 5 ГГц (це неліцензійні діапазони), уряди продали з аукціону та ліцензували ексклюзивне використання різних діапазонів частот провайдерам послуг, які, у свою чергу, продають послугу мобільного доступу своїм абонентів.

Існує також діапазон спільної ліцензії на частоті 3,5 ГГц, який називається Служба широкопasmового радіо для громадян (англ. Citizens Broadband Radio Service – CBRS), виділений в Північній Америці для використання стільникового зв'язку. Подібний спектр виділяється в інших країнах. Діапазон CBRS дозволяє 3 рівням користувачів поділитися спектром: перше право на використання належить початковим власникам цього спектру (морські радари та супутникові наземні станції), далі йдуть пріоритетні користувачі, які отримують це право на діапазони 10 МГц протягом трьох років через регіональні аукціони, і, нарешті, решта населення, яка може отримати доступ і використовувати частину цього діапазону, якщо спочатку перевіряється в центральній базі даних зареєстрованих користувачів. CBRS разом із зусиллями зі стандартизації для розширення стільникових мереж для роботи в неліцензованих діапазонах відкриває двері для

приватних стільникових мереж, подібних до Wi-Fi.

Конкретні діапазони частот, які ліцензуються для стільникових мереж, відрізняються в усьому світі та ускладнюються тим фактом, що оператори мереж часто одночасно підтримують як старі/застарілі технології, так і технології нового/наступного покоління, кожна з яких займає різний діапазон частот. Підсумок високого рівня полягає в тому, що традиційні технології стільникового зв'язку коливаються в діапазоні 700-2400 МГц, при цьому нові розподіли середнього спектру тепер відбуваються на частоті 6 ГГц, а розподілення міліметрових хвиль (mmWave) відкриваються вище 24 ГГц.

Хоча конкретна смуга частот не має прямого відношення до розуміння 5G з архітектурної точки зору, вона впливає на компоненти фізичного рівня, що, у свою чергу, має непрямі розгалуження на загальну систему 5G.

Стільникова мережа є частиною мережі доступу, яка реалізує так звану останню милю Інтернету. Інші технології доступу включають пасивні оптичні мережі (PON), відомі як Fiber-to-the-Home. Ці мережі доступу надають як великі, так і малі оператори. Глобальні мережні оператори, такі як AT&T, керують мережами доступу в тисячах точок агрегації в такій країні, як США, разом із національною магістраллю, яка з'єднує ці сайти. Невеликі регіональні та муніципальні оператори мереж можуть запускати мережу доступу з однією або двома точками присутності, а потім підключатися до решти Інтернету через магістраль якогось великого оператора. У будь-якому випадку мережі доступу фізично закріплені на тисячах точок агрегації в безпосередній близькості від кінцевих користувачів, кожна з яких обслуговує від 1 000 до 100 000 абонентів, залежно від щільності населення. На практиці фізичне розгортання цих «пограничних» місць відрізняється від оператора до оператора, але одним із можливих сценаріїв є прив'язування як стільникової, так і дротової мереж доступу в центральних офісах Telco.

Історично склалося так, що центральний офіс — офіційно відомий як центральний офіс Телефонної мережі загального користування (англ. Public Switched Telephone Network – PSTN) — закріплював дротовий доступ (як

телефонію, так і широкопasmовий), тоді як стільникова мережа розвивалася незалежно шляхом розгортання паралельного набору комутаційних офісів мобільних телефонів (MTSO). Кожен MTSO служить мобільною точкою агрегації для набору веж стільникового зв'язку в певній географічній зоні. Для наших цілей важливою ідеєю є те, що такі точки агрегації існують, і розумно вважати, що вони визначають межі мережі доступу, керованої оператором. Для простоти слід використовувати термін «центральный офіс» як синонім обох типів периферійних сайтів.

Через широке поширення та близькість до кінцевих користувачів центральні офіси також є ідеальним місцем для розміщення периферійної хмари. Але тут виникає питання: що ж таке крайова хмара? Коротше кажучи, хмара починалася як набір центрів обробки даних розміром зі сховищем, кожен з яких забезпечував економічно ефективний спосіб живлення, охолодження та керування масштабованою кількістю серверів. Згодом ця спільна інфраструктура знизилася бар'єр для розгортання масштабованих Інтернет-сервісів, але сьогодні зростає тиск на пропозицію хмарних додатків із низькою затримкою/високою пропускною здатністю, які неможливо ефективно реалізувати в централізованих центрах обробки даних. Доповнена реальність (AR), віртуальна реальність (VR), Інтернет речей (IoT) і автономні транспортні засоби — усі приклади такого роду додатків. Це призвело до тенденції переміщення деяких функцій за межі центру обробки даних на межі мережі, ближче до кінцевих користувачів. Де ця грань фізично знаходиться, залежить від того, кого ви запитаете. Якщо ви запитаете оператора мережі, який уже володіє тисячами центральних офісів і керує ними, то їх центральні офіси — очевидна відповідь. Інші можуть стверджувати, що край знаходиться в 14 000 Starbucks по всій США, а треті можуть вказувати на десятки тисяч веж стільникового зв'язку, розкиданих по всьому світу. Підхід не залежить від розташування, але варто зазначити, що міграція хмари на периферію збігається з другою тенденцією, яка полягає в тому, що оператори мережі перебудовують мережу доступу, щоб використовувати те саме обладнання та найкращі методи створення масштабованого програмного забезпечення як хмарні

постачальники. Такий дизайн, який іноді називають CORD (центральный офіс, перебудований як центр обробки даних), підтримує як мережу доступу, так і граничні послуги, розташовані на спільній хмарній платформі. Ця платформа потім реплікується на сотні або тисячі сайтів, включаючи, але не обмежуючись, центральні офіси. Тому, хоча не потрібно обмежуватися центральним офісом як єдиною відповіддю на питання про те, де розташована гранична хмара, вона стає життєздатним варіантом.

Наразі важливо розуміти, що 5G реалізується як програмне забезпечення, що працює на стандартному обладнанні, а не вбудовується в спеціальне власне обладнання, яке використовувалося в минулих поколіннях. Це має значний вплив на те, як всі думають про 5G і як описують, яка все частіше стане ще одним програмним компонентом у хмарі, на відміну від ізольованої та спеціалізованої технології, приєднаної до периферії хмари. Якщо використовувати CORD як приклад не означає, що гранична хмара обмежується центральними офісами. CORD є хорошим прикладом, оскільки він розроблений для розміщення як граничних послуг, так і технологій доступу, таких як 5G, на загальній платформі, де центральний офіс Telco є одним із можливих місць для розгортання такої платформи.

Важливим висновком є те, що для розуміння того, як впроваджується 5G, корисно мати робоче розуміння того, як будуються хмари. Це включає використання стандартного апаратного забезпечення (як серверів, так і комутаторів білого ящика), горизонтально масштабованих мікросервісів (також іменованих як хмарні) та програмно-визначених мереж (SDN). Також корисно знати, як хмарне програмне забезпечення розробляється, тестується, розгортається та керується, включаючи такі практики, як DevOps та безперервна інтеграція / безперервне розгортання (CI/CD).

Для всіх, хто знайомий з технологіями бездротового доступу, такими як Wi-Fi, стільникова мережа є найбільш унікальною завдяки своєму підходу до спільного використання доступного радіочастотного спектру серед багатьох користувачів, при цьому дозволяючи цим користувачам залишатися на зв'язку під

час руху. Це призвело до дуже динамічного та адаптивного підходу, в якому кодування, модуляція та планування відіграють центральну роль.

Стільникові мережі використовують стратегію, що базується на резервуванні, тоді як Wi-Fi заснований на конкуренції. Ця різниця полягає в фундаментальному припущенні кожної системи про використання: Wi-Fi передбачає слабко завантажену мережу. Отже, оптимістично передає, коли бездротовий зв'язок простоює, і відключається, якщо виявляється конкуренція, у той час як стільникові мережі 4G і 5G прагнуть до високого ступеня використання. Отже, явно присвоювати різним користувачам різні частки доступного радіочастотного спектру. Щоб зрозуміти архітектуру 5G потрібно почати з кодування і модуляції. Приклад на рис. 3.1.

Мобільний канал, яким необхідно надійно передавати цифрові дані, створює ряд погіршень, включаючи шум, згасання, спотворення, завмирання і перешкоди. Ця проблема вирішується комбінацією кодування та модуляції.

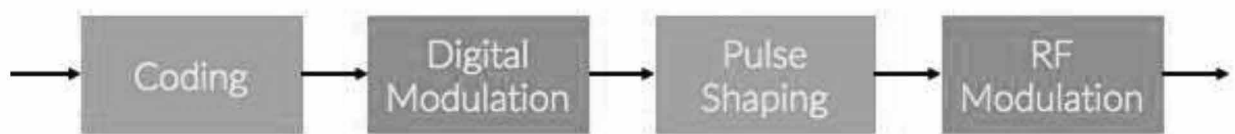


Рис. 3.1. Роль кодування і модуляції в мобільному зв'язку

За своєю суттю кодування вставляє в дані додаткові біти, щоб допомогти відновитися після всіх факторів навколишнього середовища, які заважають поширенню сигналу. Зазвичай це має на увазі деяку форму прямої корекції помилок (наприклад, турбокоди, полярні коди). Потім модуляція генерує сигнали, які представляють закодований потік даних, і робить це таким чином, що відповідає характеристикам каналу. Спочатку використовується формат сигналу цифрової модуляції, який максимізує кількість бітів, що надійно передаються, кожну секунду на основі специфіки спостерігається каналу порушення, потім він зіставляє смугу пропускання передачі зі смугою пропускання каналу, використовуючи формування імпульсу, і, нарешті, він використовує

радіочастотну модуляцію передачі сигналу у вигляді електромагнітної хвилі на заданій несучій частоті.

Для більш глибокого розуміння проблем надійної передачі даних при поширенні радіосигналів повітрям розглянемо сценарій, де сигнал відображається від різних стаціонарних і рухомих об'єктів, слідує по кількох шляхах від передавача до приймача, які можуть також рухатися. Приклад наведений на рис. 3.2.

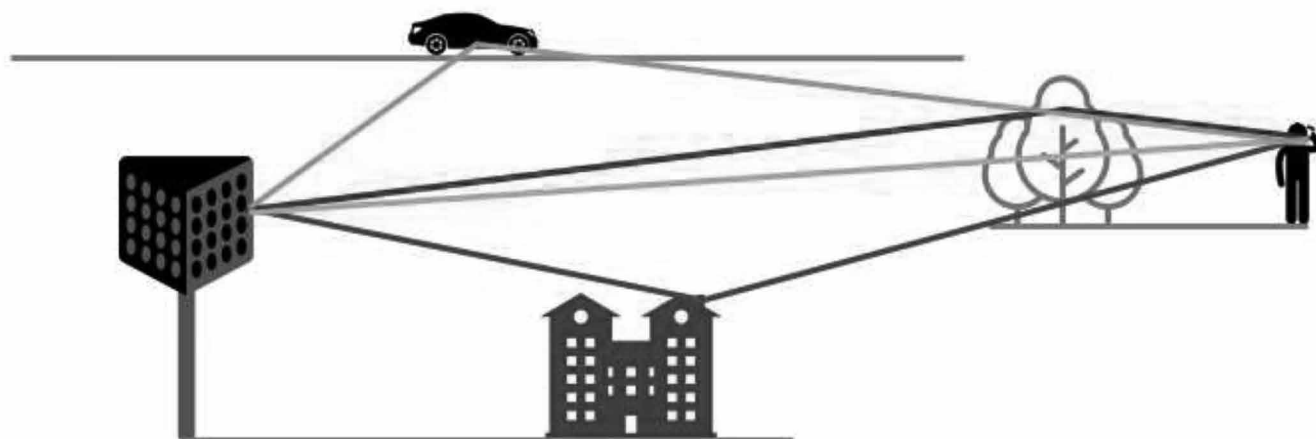


Рис. 3.2. Сигнали поширюються кількома шляхами від передавача до приймача

Внаслідок цих множинних шляхів вихідний сигнал надходить у приймач з розкидом у часі. Емпіричні дані показують, що багатопроменеве поширення – час між першим і останнім сигналами однієї передачі, що надходять до приймача, становить 1-10мкс у міських умовах та 10-30мкс у приміських умовах. Ці багатопроменеві сигнали можуть конструктивно або деструктивно заважати один одному, і з часом це змінюватиметься. Теоретичні межі тривалості часу, протягом якого канал може вважатися інваріантним, відомі як час когерентності та позначаються T_c , дано кимось.

$$T_c = c/v \times 1/f \quad T_c = c/v \times 1/f, \quad (3.1)$$

де c – швидкість сигналу, v – швидкість приймача (наприклад, автомобіля або поїзда, що рухається), і f – частота модульованого несучого сигналу. Це говорить

про те, що час когерентності обернено пропорційно частоті сигналу і швидкості руху, що має інтуїтивний сенс: чим вище частота (вже хвиля), тим коротший час когерентності і тим швидше приймач переміщається, коротше час когерентності.

Зображення отриманих даних розкиданих за часом через багатопроменевість на рис. 3.3. На основі цільових параметрів цієї моделі (вибраних відповідно до цільового фізичного середовища) можна розрахувати T_c , що, у свою чергу, обмежує швидкість, з якою символи можуть передаватися без надмірного ризику перешкод. Динамічний характер бездротового каналу є основною проблемою, яку необхідно вирішити у мережі.

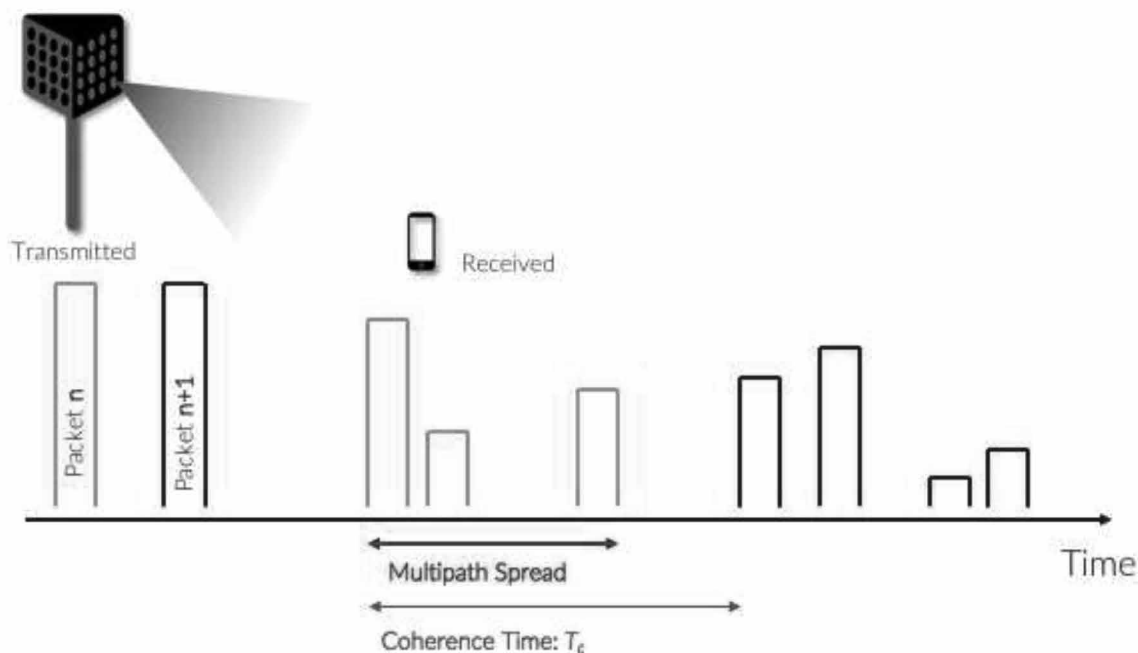


Рис. 3.3. Отримані дані розкидані за часом через багатопроменевість

Коли передача виходить від однієї антени, але вежі стільникового зв'язку оснащені масивом антен, кожна з яких передає в різних напрямках, які перекриваються. Ця технологія, названа Кілька входів-Кілька виходів (англ. Multiple-Input-Multiple-Output – MIMO), відкриває двері для цілеспрямованої передачі даних з кількох антен для досягнення приймача, додаючи ще більше шляхів до багатопроменевого поширення нав'язується навколишнім середовищем.

Одним з найважливіших наслідків цих факторів є те, що передавач повинен

отримувати зворотний зв'язок від кожного приймача, щоб вирішити, як найкраще використовувати бездротове середовище від їхнього імені. 3GPP визначає для цієї мети індикатор якості каналу (CQI), де на практиці приймач періодично надсилає звіт про стан CQI на базову станцію (наприклад, кожен мілісекунду LTE). Ці повідомлення CQI повідомляють про відношення сигнал-шум, що спостерігається, яке впливає на здатність приймача відновлювати біти даних. Потім базова станція використовує цю інформацію для адаптації того, як вона розподіляє доступний діапазон радіочастот для абонентів, яких вона обслуговує, а також для того, яку схему кодування і модуляції використовувати. Усі ці рішення приймаються планувальником.

Те, як планувальник виконує свою роботу, є однією з найважливіших властивостей кожного покоління стільникової мережі, яке, у свою чергу, залежить від механізму мультиплексування. Наприклад, 2G використовував множинний доступ з тимчасовим поділом каналів (TDMA), а 3G – множинний доступ із кодовим поділом каналів (CDMA). Спосіб мультиплексування даних є основною відмінністю 4G і 5G, завершуючи перехід від стільникової мережі, заснованої на комутації каналів, до принципової комутації пакетів.

Як 4G, так і 5G засновані на мультиплексуванні з ортогональним частотним поділом каналів (OFDM) – підході, при якому дані мультиплексуються за декількома ортогональними частотами піднесучих, кожна з яких модулюється незалежно. Цінність та ефективність OFDM полягає в тому, як він вибирає частоти піднесучих, щоб уникнути перешкод, тобто в тому, як досягається ортогональність.

Підхід 4G до мультиплексування низхідних передач називається багатостанційним доступом з ортогональним частотним поділом каналів (англ. Orthogonal frequency-division multiple access – OFDMA) і являє собою конкретну програму OFDM, яка мультиплексує дані по набору з 12 ортогональних частот піднесучих, кожна з яких модулюється незалежно. «Множинний доступ» в OFDMA передбачає, що дані можуть одночасно відправлятися від імені декількох користувачів, кожен на своїй частоті піднесущої і протягом різного періоду часу.

Піддіпазони вузькі (наприклад, 15 кГц), але кодування даних у символи OFDMA призначене для мінімізації ризику втрати даних через інтерференцію між сусідніми діапазонами.

Використання OFDMA природним чином призводить до концептуалізації радіоспектру як двовимірного ресурсу. Мінімальна запланована одиниця, звана елементом ресурсу (RE) відповідає смузі частот 15 кГц навколо однієї частоти піднесущої і часу, яке потрібно для передачі одного символу OFDMA. Кількість бітів, які можуть бути закодовані в кожному символі залежить від швидкості модуляції, тому, наприклад, при використанні квадратурної амплітудної модуляції (QAM) 16-QAM дає 4 біти на символ, а 64-QAM дає 6 біт на символ. Зображення спектру, абстрактно представленого двовимірною сіткою запланованих елементів ресурсів на рис. 3.4.

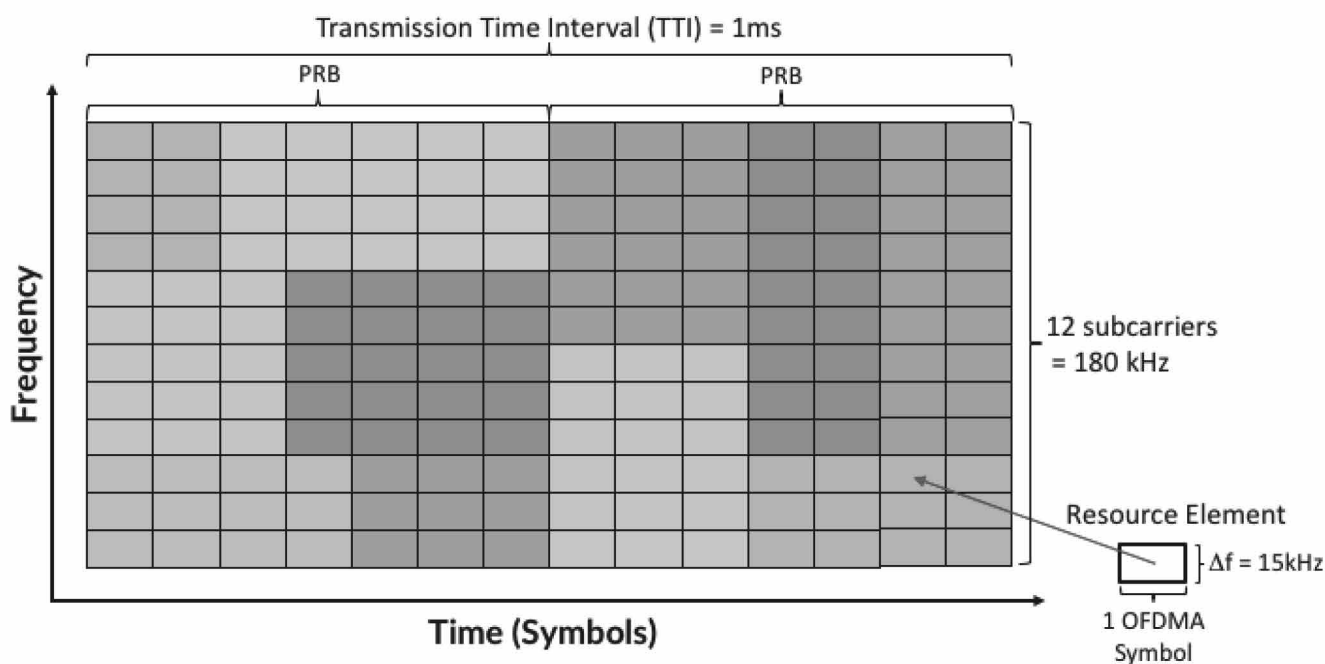


Рис. 3.4. Спектр, абстрактно представлений двовимірною сіткою запланованих елементів ресурсів

Планувальник виділяє деяку кількість RE кожному користувачеві, у якого є дані для передачі, протягом кожного інтервалу часу передачі (TTI) тривалістю 1

мс. Єдиним обмеженням для планувальника є те, що він повинен приймати рішення про виділення блоків із $7 \times 12 = 84$ елементів ресурсів, які називаються блоком фізичних ресурсів (PRB). Звичайно, час продовжує текти вздовж однієї осі, і залежно від розміру доступної смуги частот (наприклад, вона може становити 100 МГц) може бути набагато більше слотів піднесучих (і, отже, PRB), доступних уздовж іншої осі, тому планувальник по суті готує та передає послідовність PRB.

OFDMA не є алгоритмом кодування, модуляції, а натомість забезпечує основу для вибору конкретного кодування та модулятора для кожної частоти піднесучої. QAM є одним із найпоширеніших модуляторів. Планувальник відповідає за вибір модуляції для використання для кожного PRB на основі отриманого ним зворотного зв'язку CQI. Планувальник також вибирає кодування для кожного PRB, наприклад, як він встановлює параметри для алгоритму турбокода.

TTI в 1 мс відповідає тимчасовому інтервалу, протягом якого планувальник отримує зворотний зв'язок від користувачів про якість сигналу. Це CQI, згаданий раніше, коли один раз на мілісекунду кожен користувач відправляє набір показників, які планувальник використовує для прийняття рішення про те, як розподіляти PRB під час наступного TTI.

Іншим входом у рішення про планування є ідентифікатор класу QoS (QCI), який вказує на якість обслуговування, яке має отримувати кожен клас трафіку. У 4G значення QCI, присвоєне кожному класу (всього таких класів дев'ять), вказує, чи має трафік гарантовану швидкість передачі даних (GBR) або ні (не-GBR), плюс відносний пріоритет класу в цих двох категоріях.

Перехід від 4G до 5G забезпечує додаткову гнучкість у плануванні радіочастотного спектру, дозволяючи адаптувати стільникову мережу до різноманітнішого набору пристроїв та областей застосування.

По суті, 5G визначає сімейство форм сигналів – на відміну від LTE, в якому вказано лише одну форму хвилі – кожна з яких оптимізована для різних діапазонів радіочастотного спектра. 2 смуги з частотами, що несуть нижче 1 ГГц,

призначені для надання мобільних широкосмугових послуг та масових послуг Інтернету речей з упором на дальність дії. Несучі частоти в діапазоні 1–6 ГГц призначені для забезпечення більш широкої смуги пропускання, орієнтованої на широкосмуговий мобільний зв'язок та критично важливі програми. Несучі частоти вище 24 ГГц (мм-хвилі) призначені для забезпечення надширокої смуги пропускання на коротких ділянках прямої видимості. Ці різні форми сигналів впливають на планування та інтервали піднесучих.

Для діапазонів нижче 1 ГГц 5G допускати максимальну полосу пропускання 50 МГц. В цьому випадку є дві форми хвилі: одна з розносом піднесучих 15 кГц, а інша 30 кГц. (В прикладі показаному на рис. 3.5. - 15 кГц.) Відповідні інтервали планування складають 0,5 і 0,25 мс відповідно. (В прикладі показаному на рис. 3.5. - 0,5 мс.)

Ці різні форми сигналів впливають на планування та інтервали піднесучих (тобто «розмір» елементів ресурсів, описаних у попередньому розділі).

- Для діапазонів нижче 1 ГГц 5G допускає максимальну смугу пропускання 50 МГц. У цьому випадку є дві форми хвилі: одна з розносом піднесе 15 кГц, а інша 30 кГц. Відповідні інтервали планування становлять 0,5 і 0,25 мс відповідно.
- Для діапазонів 1-6 ГГц максимальна ширина смуги сягає 100 МГц. Відповідно, є три сигнали з розносом піднесе 15, 30 і 60 кГц, що відповідає інтервалам планування 0,5, 0,25 і 0,125 мс відповідно.
- Для мм діапазону ширина лінії може досягати 400 МГц. Є дві форми сигналу з рознесенням піднесе 60 кГц і 120 кГц. Обидва інтервали планування 0,125 мс.

Ці різні конфігурації рознесення піднесучих та інтервалів планування іноді називають нумерологією радіоінтерфейсу.

Цей діапазон нумерології важливий, тому що він додає планувальнику ще один рівень свободи. На додаток до розподілу радіоресурсів для користувачів, він має можливість динамічно регулювати розмір ресурсу шляхом зміни форми хвилі, що використовується. Завдяки цій додатковій свободі RE фіксованого розміру не

є основною одиницею розподілу ресурсів.

Набір значень QCI змінюється між 4G і 5G, відображаючи зростаючу підтримувану диференціацію. Для 5G кожен клас включає такі атрибути:

Тип ресурсу: гарантована швидкість передачі даних (GBR), критична до затримки GBR, не-GBR

- Рівень пріоритету
- Бюджет затримки пакетів
- Частота помилок пакетів
- Вікно усереднення
- Максимальний пакет даних

Кожен QCI пов'язаний з класом трафіку (часто відповідним деякому типу додатка), де цей передплатник може надсилати та отримувати трафік, що належить декільком класам у будь-який момент часу.

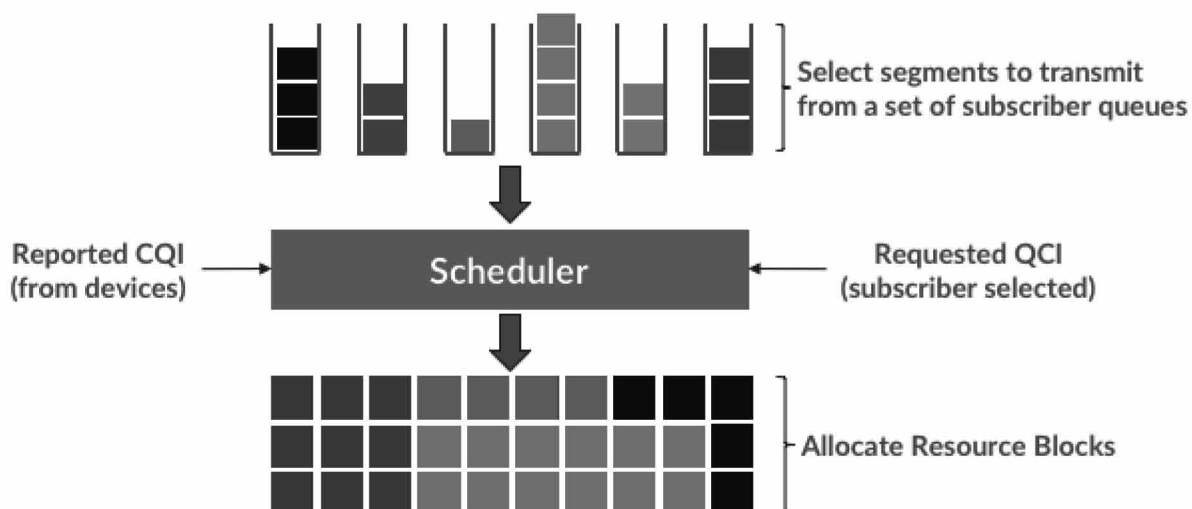


Рис. 3.5. Планувальник виділяє блоки ресурсів потоком даних користувача на основі зворотного зв'язку CQI від одержувачів і параметрів QCI, пов'язаних з кожним класом обслуговування

Хоча 5G описується як введення додаткових ступенів свободи в планування передачі даних, кінцевим результатом є якісно потужніший радіозв'язок. Ця нова специфікація радіоінтерфейсу 5G, яку зазвичай називають New Radio (NR),

забезпечує три нових варіанти використання, які виходять далеко за рамки простого надання збільшеної смуги пропускання:

- Екстремальний мобільний широкосмуговий зв'язок
- Наднадійний зв'язок із малою затримкою
- Масивний зв'язок машинного типу

Усі три можуть бути пов'язані з чотирма фундаментальними поліпшеннями в тому, як 5G мультиплексує дані радіочастотному спектрі.

Перший має можливість змінити форму хвилі. Це ефективно надає можливість динамічно змінювати розмір і кількість запланованих одиниць ресурсів, що відкриває двері для прийняття рішень щодо дрібнозернистого планування, які мають вирішальне значення для передбачуваного зв'язку з малою затримкою.

Другий пов'язаний з аспектом «множинного доступу», коли окремі джерела трафіку мультиплексуються у доступний спектр. У 4G мультиплексування відбувається як у частотній, так і в часовій областях для спадного трафіку, але мультиплексування відбувається тільки в частотній області для висхідного трафіку. 5G NR мультиплексує як висхідний, так і низхідний трафік як у часовій, так і частотній областях. Це забезпечує більш точне управління плануванням, необхідне для додатків, чутливих до затримок.

Третє пов'язане з новим спектром, доступним для 5G NR, при цьому особливо важливими є розподіли міліметрових хвиль вище 24 ГГц. Це відбувається не тільки через велику кількість пропускну здатності, що дозволяє виділити виділену ємність для критично важливих додатків, що вимагають зв'язку з малою затримкою, але також і тому, що більш висока частота дозволяє використовувати ще дрібніші блоки ресурсів (наприклад, планування інтервали всього 0,125 мс). Знову ж таки, це покращує деталізацію планування на користь додатків, які можуть допустити непередбачуваних затримок.

Четвертий пов'язаний із забезпеченням мобільного підключення до величезної кількості пристроїв IoT, починаючи від пристроїв, яким потрібна підтримка мобільності і помірної швидкості передачі даних (наприклад, пристрої,

засоби відстеження активів), до пристроїв, що підтримують переривчасту передачу декількох байтів даних (наприклад, датчики) . , метри). Жоден з цих пристроїв не є особливо чутливим до затримок або пропускнуої здатності, але останні особливо складні, оскільки вимагають тривалого терміну служби батареї і, отже, спрощеної апаратної складності, яка споживає менше енергії.

Підтримка підключення пристроїв IoT полягає у виділенні частини доступного радіочастотного спектру легкого (спрощеного) радіоінтерфейсу. Цей підхід розпочався з випуску 13 LTE за допомогою двох взаємодоповнюючих технологій: mMTC та NB-IoT (NarrowBand-IoT). Обидві технології ґрунтуються на значно спрощеній версії LTE, тобто з обмеженням нумерології та гнучкості, необхідних для досягнення високого рівня використання спектру, щоб забезпечити більш просту конструкцію обладнання IoT. mMTC забезпечує швидкість до 1 Мбіт/с при смузі пропускання 1,4 МГц, а NB-IoT – кілька десятків кбіт/с при смузі пропускання 200 кГц; звідси і термін вузькосмуговий. Обидві технології були розроблені для підтримки понад 1 мільйон пристроїв на квадратний кілометр. У випуску 16 обидві технології можуть працювати всередині смуги частот з 5G, але, як і раніше, засновані на нумерології LTE. Починаючи з версії 17, більш проста версія 5G NR, звана NR-Light, буде представлена, як еволюція mMTC. Очікується, що NR-Light ще більше збільшить густину пристроїв.

Як наслідок всіх чотирьох покращень, 5G NR підтримує поділ доступної смуги пропускання, при цьому різні розділи динамічно розподіляються для різних класів трафіку (наприклад, з високою пропускнуою здатністю, малою затримкою і низькою складністю). Більш того, оскільки трафік з різними вимогами може обслуговуватися різними сегментами, підхід 5G NR до мультиплексування стає достатньо загальним, щоб підтримувати різні рішення щодо планування для цих сегментів, кожен з яких адаптований для цільового трафіку.

Стільникова мережа забезпечує бездротовий зв'язок із пристроями, що перебувають у русі. Ці пристрої, відомі як обладнання користувача, традиційно відповідали смартфонам і планшетами, але все частіше включатимуть в себе

автомобілі, дрони, промислові та сільськогосподарські машини, роботів, побутову техніку, медичні пристрої і так далі.

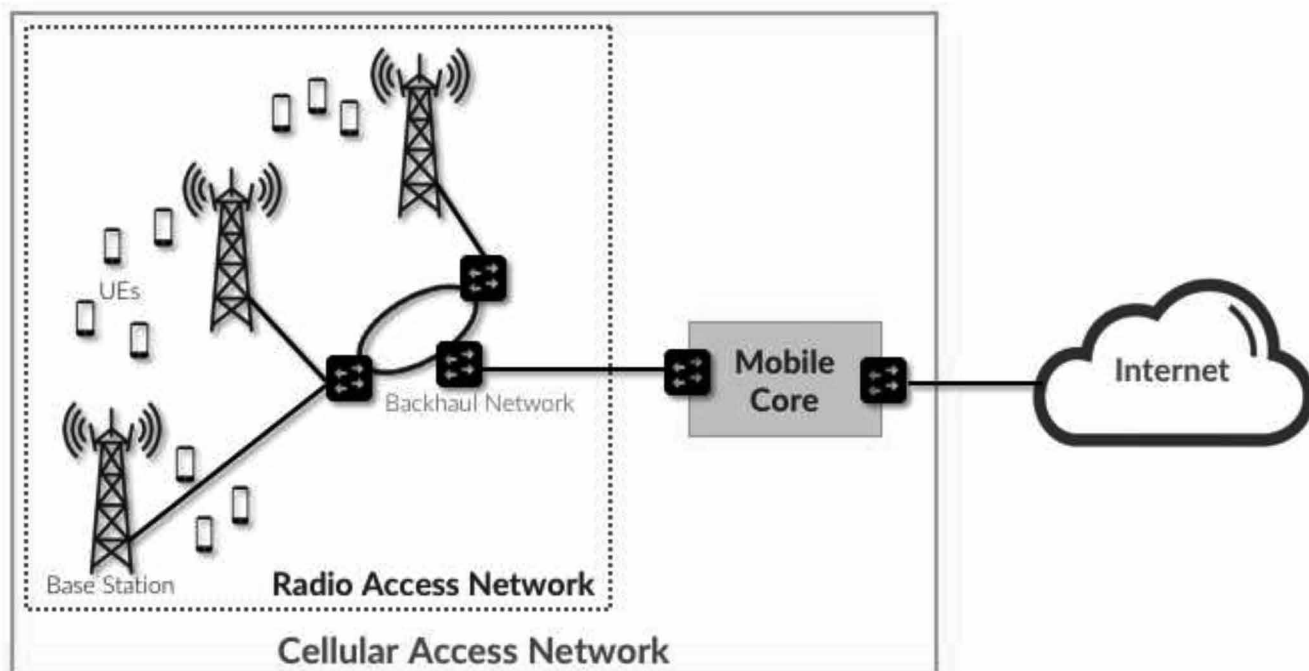


Рис. 3.6. Стільникові мережі складаються з мережі радіодоступу (RAN) та мобільного ядра

Стільникова мережа складається з двох основних підсистем: мережі радіодоступу (RAN) і мобільного ядра, як на рис. 3.6.. RAN керує радіочастотним спектром, забезпечуючи його ефективне використання та відповідність вимогам якості обслуговування кожного користувача. Це відповідає розподіленому набору базових станцій. В 4G вони називаються eNodeB (або eNB), що є скороченням від розвиненого вузла B. У 5G вони відомі як gNB. (Літера G означає «наступне покоління».)

- Mobile Core – це набір функцій (на відміну від пристрою), який служить декільком цілям.
- Забезпечує підключення до Інтернету як для передачі даних, так і для голосових послуг.
- Гарантує, що це підключення відповідає обіцяним вимогам QoS.
- Відстежує мобільність користувачів, щоб забезпечити безперебійне

обслуговування.

- Відстежує використання абонентом для виставлення рахунків та оплати.

Mobile Core є ще одним прикладом загального терміну. У 4G це називається Evolved Packet Core (EPC), а в 5G – ядро наступного покоління (NG-Core).

Незважаючи на те, що слово «ядро» є в його назві, з точки зору Інтернету, мобільне ядро, як і раніше, є частиною мережі доступу, ефективно забезпечуючи міст між RAN в деякій географічній області та великим Інтернетом на основі IP. 3GPP забезпечує значну гнучкість у тому, як Mobile Core розгортається географічно, але для наших цілей гарною робочою моделлю є припущення, що кожен екземпляр Mobile Core обслуговує міський район. Відповідна RAN охоплюватиме кілька десятків (або навіть сотень) вишок стільникового зв'язку.

Транзитна мережа з'єднує базові станції, що реалізують RAN, з мобільним ядром. Ця мережа зазвичай провідна, може мати або не мати кільцеву топологію і часто будується зі стандартних компонентів, які можна знайти десь в Інтернеті. Наприклад, пасивна оптична мережа (PON), що реалізує оптоволокну до будинку, є основним кандидатом для реалізації транспортної мережі RAN. Транспортна мережа, очевидно, є необхідною частиною RAN, але це вибір реалізації, а не запропонований стандартом 3GPP.

Хоча 3GPP визначає всі елементи, які реалізують RAN та Mobile Core, у відкритому стандарті, включаючи підрівні, мережеві оператори історично купували пропріетарні реалізації кожної підсистеми в одного постачальника. Ця відсутність реалізації з відкритим вихідним кодом сприяє «непрозорості» стільникової мережі, що сприймається, в цілому і RAN зокрема. І хоча вірно те, що реалізація eNodeB справді містить складні алгоритми планування передачі в радіочастотному діапазоні — алгоритми, які вважаються цінною інтелектуальною власністю постачальників обладнання, існує значна можливість відкрити і дезагрегувати як RAN, так і Mobile Core.

Але є дві важливі різниці. По-перше, базова станція має аналоговий компонент (позначається антеною) та цифровий компонент (позначається парою процесорів). По-друге, Mobile Core розділений на площину управління і

користувальницьку площину, що схоже на поділ площини управління та даних, яке може розпізнати будь-хто, хто знайомий з Інтернетом, приклад на рис. 3.7.. (Компанія 3GPP також недавно ввела відповідну аббревіатуру — CUPS, Control and User Plane Separation для позначення цієї ідеї.)

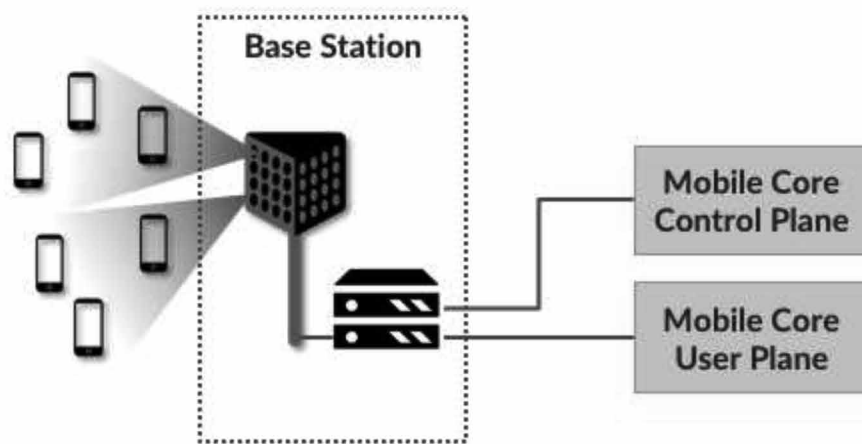


Рис. 3.7. Мобільне ядро, розділене на план управління та рівень користувача, архітектурна функція, відома як CUPS: розділення рівнів управління та користувача

3.2 Історія появи. Яка компанія запровадила

У 1925 році компанія AT&T, яка тоді була, по суті, єдиним гравцем ринку телефонних комунікацій, відкрила підрозділ Bell Laboratories, у завдання якого входило винахід і подальша розробка технологій зв'язку, які б дозволили компанії покращити свій сервіс. У 1928 році Гомер Дадлі, інженер з електрики і акустики, створив перший електронний синтезатор голосу, що отримав назву вокодер (англ. Voice encoder — кодувальник голосу). Вокодер аналізував звуки, що видаються ротом і зв'язками людини, і вмів відтворювати їх, що виливалося в аналог мови. Принцип роботи вокодера можна порівняти з сучасними технологіями передачі пакетів, в ході роботи яких на одному телефоні записуються зразки звуку, потім відтворювані на іншому пристрої. Пізніше під час Другої світової війни вокодер використовувався для передачі зашифрованих повідомлень, а всесвітню славу

отримав через десятки років, коли його стали використовувати світові музиканти. Після двох десятиліть теоретичних досліджень та наукових праць урядове агентство Advanced Research Project Agency (ARPA) створює першу мережу з комутацією пакетів. Комутація здійснювалася шляхом збору даних в окремі датаграми та їх подальшого незалежного відправлення (замість наявності постійного підключеного контуру). Мережа ARPANET складалася із невеликих комп'ютерів, з'єднаних модемами. Розробниками протоколів стали Вінт Серф та Боб Кан, які винайшли протокол TCP/IP. У 1973 році лабораторія Массачусетського технологічного університету (MIT), що фінансувалася урядом США, під назвою Lincoln Lab, розробила нову технологію. Боб МакОулі та Чарлі Радар створили формат пакету даних, який можна було передавати через мережу ARPANET. Технологія використовувала для передачі голосу так званий кодувальник з лінійним передбаченням (англ. Linear Predictive Coder – LPC). В 1974 команда успішно провела тестовий сеанс конференц-зв'язку через LPC з офісом компанії Culler Harrison, Inc., розташованому в Каліфорнії. У 1982 році вченим вдалося використати LPC для зв'язку через локальну кабельну мережу, мобільну радіомережу та інтерфейс загальної телефонної мережі (PSTN).

3.3 Розвиток технології Voice API

У 1988 році міжнародний телекомунікаційний союз (ITU-T) схвалює специфікацію аудіокодека G.722, написаного Lincoln Labs. Він мав бітрейт в 64 кілобіт в секунду, якість звуку при цьому була порівняно з голосом, який чути через звичайну телефонну мережу. Оскільки бітрейт кодека G.722 вдвічі перевершував показники попередників, це дозволяло досягати звуку високої якості за тих же вимог до пропускної спроможності мережі. Він ж став першим широкосмуговим аудіокодеком.

Через 3 роки, у 1991 році, засновник Autodesk Джон Вокер вирушив до Європи, щоб підготувати розширення своєї компанії. На той момент для запуску

голосових програм потрібна була швидкість не менше 64 кбіт/с, але Брайан Уайлс створює схему проріджування, розширення, за допомогою якої можна знизити необхідну пропускну здатність до 32 кбіт/с. Він випускає програму у вільний обіг під назвою NetFone. Ця технологія, пізніше відома як Speak Freely, є першим софтверним VoIP-телефоном. А після цього Уокер використовує програму для проведення нарад із розробниками компанії. І вже у 1993 році Девід Аллен і Герольд Вільямс розробляють систему відеоприсутності під назвою Teleport, але пізніше її перейменовують на TeleSuite. Аллен та Вільямс придумали ідею проекту, коли працювали у сфері туризму. Вони помітили, що клієнти часто переривають відпустку, щоб повернутися до міста на важливу зустріч чи нараду. Першим клієнтом винахідників стала мережа Hilton Hotels, керівництво якої захотіло встановити системи телеприсутності в номерах своїх готелів. Пізніше ця угода зірвалася, Аллен викупив частку в компанії Вільямс. Він зробив кілька спроб створення успішного бізнесу, проте зазнав невдачі і у 2007 році продав свої патенти компанії Polycom. Через рік після розробки першої системи відеоприсутності, у 1994 році, першовідкривач інтернет-інвестицій Джефф Палвер об'єднався з Бренденом Лукасом та Айзеком Джені для того, щоб профінансувати новий VoIP-проект Free World Dialup (FWD). Розробка неспроможна здійснювати вихідні дзвінки на звичайні телефонні номери, її основна мета полягала у створенні мережі, у якій користувачі підключених комп'ютерів могли би здійснювати дзвінки один одному. Безкоштовний світовий комутований зв'язок (англ. Dialup) став так званим доказом концепції, який підтвердив затребуваність теми дзвінків через інтернет. Палвер згодом вклав гроші у дуже успішний проект. А сам FWD проіснував до 2010 року, після чого закритися. Повертаючись у історію 1989 року, де Елон Коен і Ліор Харамати заснували в Ізраїлі телекомунікаційну компанію VocalTec Communications, потрібно згадати, що саме ця компанія у 1995 році розробила продукт VocalTec Internet Phone, який став першим платним VoIP додатком. Для роботи програми була потрібна наявність 486-го процесора, 8 МБ оперативної пам'яті, 16-бітної звукової карти і з'єднання по протоколу простого запобігання петель (англ.

Simple Loop Prevention – SLPP) і мережевого протоколу каналного рівня мережевої моделі OSI (англ. Point-to-Point Protocol – PPP) – на ті часи досить високі вимоги. Програма використовувала для зв'язку протокол H.323, визначаючий набір стандартів передачі мультимедіа-даних по мережах з пакетною передачею. Оригінальний додаток VocalTec був напівдуплексним, тобто в один момент часу міг говорити тільки один співрозмовник, але незабаром була випущена версія повний дуплекс. На відміну від безкоштовного FWD, VocalTec був справжнім бізнесом, тому користувачі мали платити і за реєстрацію, і за розмову (використовувалася щохвилинна тарифікація). При цьому, порівняно з ціною міжміських дзвінків або навіть міжнародних дзвінків, вартість розмов по мережі за допомогою VocalTec була набагато нижчою. У 2007 році VocalTec випустила перший «залізний» VoIP-пристрій MagicJack, за допомогою якого до комп'ютера можна було підключити стаціонарний телефон. Користувачі платили за річне використання пристрою, і це було набагато дешевше, ніж стандартні тарифи телефонних компаній. Продукт став таким успішним, що зрештою MagicJack поглинув компанію, яка створила його, ставши її головним бізнесом.

У 1996 році каліфорнійська компанія Virtual PBX (англ. Private Branch Exchange) випустила перше серверне PBX-рішення, в якому були реалізовані функції пошуку та слідування, а також контролю за допомогою веб-порталу (у «звичайних» PBX такої функціональності не було і через багато років).

PBX (англ. Private Branch Exchange) – внутрішня станція, яка з'єднує телефони всередині корпоративної мережі, дозволяючи дзвонити на зовнішні номери (партнерам, клієнтам, контрагентам) за тарифами IP-телефонії. На відміну від клієнтських рішень, серверні PBX легко масштабувалися, крім того, для їх використання не потрібно було купувати або орендувати залізо. Що цікаво, перший серверний PBX не використовував VoIP, а за допомогою мідного дроту з'єднувався з загальною телефонною мережею, даючи можливість здійснення дзвінків усередині однієї компанії. А ось у 1999 році з'являється віртуальна внутрішня станція з використанням VoIP – Asteriks. Ще одним феноменом 1996 року, стала розробка одного із протоколів передачі даних, який в сьогоденні став

найбільш перспективним, універсальним і поширеним стандартом для обміну голосовими даними через інтернет – протокол встановлення сеансу (англ. Session Initiation Protocol – SIP). Спочатку створений для проведення багатосторонніх конференцій в експериментальній мережі Internet Multicast Backbone, SIP не мав нічого спільного з VoIP. У першій версії протоколу SIP була лише одна команда для початку дзвінка, але до 1999 розробники розширили число операторів до шести. Однією з головних переваг SIP була краща масштабованість, ніж H.323. У результаті, компанії, що працюють у сфері мобільних технологій, обрали SIP протокол для своїх VoIP-продуктів. SIP протокол немов універсальна мова, дає можливість пристроям обмінюватися даними й розуміти одне одного без помилок.

Перша специфікація протоколу SIP/2.0 була опублікована в стандарті RFC 2543, який зазнав безліч модифікацій. В даний час стандартом протоколу SIP є RFC 3261. В основу SIP покладено такі основні властивості:

- персональна мобільність користувачів, заснована на присвоєнні користувачеві унікального ідентифікатора, який дозволяє йому переміщатися в межах мережі та отримувати зв'язок усюди, повідомляючи серверу визначення місцезнаходження про місце перебування
- масштабованість мережі, побудованої на базі протоколу SIP
- відкритість протоколу — можливість доповнювати його функціями підтримки нових послуг та адаптуватися до роботи з різними програмами

SIP є стандартним протоколом VoIP, який має кілька важливих переваг перед H.323. Хоча за складністю сучасний SIP старому протоколу майже нічим не поступається. SIP має зручну розширюваність, легко сумісний із ранішніми версіями. Для встановлення з'єднання в SIP достатньо однієї транзакції, в той час як H.323 вимагає кількох. Пакети SIP зрозуміліші, H.323 передає повідомлення в двійковому форматі, це складний протокол з великою кількістю запитів.

Сучасну IP – телефонію часто називають SIP-телефонією. SIP – телефонія, як і інші різновидності IP – телефонії, має свої принципи роботи:

- Спеціальний кодек перетворює людський голос на цифровий сигнал. Такий

спосіб передачі даних служить прискоренням зв'язку та зниженням навантаження на мережу, що являється серйозною перевагою сучасні телефонії.

- Сигнал передається на пристрій, з яким працює абонент на тому кінці дроту.
- Пристрій, що зателефонував, і пристрій, що приймає виклик, визначають один одного за IP-адресою і починають з'єднання через протокол SIP.
- Сигнал розшифровується, і абонент, що взяв трубку, чує людську мову.

Коли користувач набирає номер, виклик через інтернет надходить на сервер оператора хмарної телефонії. Потім він автоматично маршрутизує номер абонента, якому дзвонить користувач. Такий дзвінок може бути направлений не тільки на SIP-номер, а й на звичайний, міський або мобільний, це залежить від способу організації зв'язку на тій стороні. Приймати та здійснювати дзвінки через SIP можна за допомогою наступного обладнання:

- сучасний VoIP-телефон (з провідною трубкою або переносною радіотрубкою), безпосередньо підключений до Інтернету;
- аналоговий телефон, підключений до IP-шлюзу, у свою чергу, підключений до інтернету;
- ПК або ноутбук, якщо на ньому встановлено програму для дзвінків (SIP-клієнт) та працює інтернет;
- SIP-програма на мобільному телефоні, якщо є Wi-Fi або мобільний інтернет.

1998 рік став одним з переломних для IP-телефонії. Компанії усвідомили всі переваги такого зв'язку і почали розробляти комерційні рішення. Зокрема, підприємці почали відходити від рішень та продуктів ПК-ПК та стали розробляти рішення ПК-телефон та телефон-телефон для VoIP. IP-телефонія стала інтегруватися в комутовані телефонні мережі загального користування. Цього ж року з'явилося перше фізичне обладнання для IP-телефонії – перші IP-комутатори, які відповідали за маршрутизацію дзвінків. Незважаючи на такі технічні ривки, VoIP-дзвінки станом на 1998 не досягали навіть до 1% від

усього голосового трафіку. У 2000 році ця цифра ледве дійшла до 3%, а ось у 2003 стався різкий стрибок — до 25%. Телефонні дзвінки по IP-протоколу швидко отримали імідж безкоштовних і дуже дешевих викликів на всі напрямки, незалежно від відстані. У свій час комерційні компанії експлуатували цю безкоштовність і могли транслювати рекламні ролики на початку або в середині розмови як «плату» за вільне з'єднання. Пізніше така практика припинилася.

У 2003 році Ніклас Зеннстром та Янус Фрііс заснували Skype, пізніше скоротивши назву до Skype. З командою з кількох розробників естонська компанія спромоглася підкорити своїм продуктом Європу, а потім і США. Skype дозволив користувачам здійснювати безкоштовні дзвінки один одному та платні на звичайні телефонні номери загального використання. Skype є гібридом однорангової, пірінгової системи (англ. Peer-to-Peer – P2P) та клієнт-серверної програми. Пізніше в Skype з'явилася можливість влаштовувати відеодзвінки та скайпкасти, передачі файлів та інші функції. У 2005 році, в жовтні компанія була куплена eBay, а в 2011 наступним її власником став Microsoft. На даний момент Skype є найпопулярнішим програмним забезпеченням для відеочатів, а кількість користувачів перевищує 100 млн осіб.

В 2004 році голова федеральної комісії зв'язку США Майк Пауелл, виніс ухвалу про визнання VoIP сервісом інформаційним, а не телефонним. Це означало, що клієнти VoIP-сервісів повинні сплачувати менші податки, ніж користувачі телефонних мереж. Крім того, рішення містило твердження про те, що США не можуть одноосібно регулювати розвиток технології VoIP. А у 2005 році новий голова Комісії Кевін Мартін пішов далі, випустивши ухвалу, яка зобов'язує телефонних провайдерів дозволяти користувачам VoIP-сервісів безкоштовно дзвонити за номерами екстреного зв'язку, як 911 і подібні.

У 2005 році після двох років розробки компанія Calypso Wireless випустила перший телефон, який вмів підключатися до мережі Wi-Fi – модель C1250i. Цей апарат міг непомітно перемикатися з мобільного інтернету на використання Wi-Fi. Це дозволило користувачам девайсу влаштовувати двосторонні відеоконференції, здійснювати VoIP-дзвінки та грати в мережеві ігри. Після цього

перший мобільний VoIP додаток не змусив себе чекати, вже у 2006 році була випущена програма і як софтфон (англ. Software telephone, програмний телефон). Джеймс Тагг (James Tagg), Олександр Страуб (Alexander Straub) та Аластер Кембелл (Alistair Campbell) заснували компанію Truphone, головним завданням якої мала стати розробка мобільних VoIP-додатків для смартфонів. Спочатку з'явилася версія Truphone для Nokia, а потім і для iPhone, Android та BlackBerry. За допомогою програми можна здійснювати безкоштовні дзвінки іншим користувачам, писати текстові повідомлення (зокрема користувачам інших платформ, наприклад, Skype), а також дзвонити на звичайні міські номери. Програма використовує SIP та здійснює дзвінки через Wi-Fi, а не стільникові мережі.

В 2012 році VoIP став переважним напрямком і набув максимальної популярності за ті роки. Обсяг світового ринку VoIP (приватного та бізнес-сегментів) дорівнював \$63 мільярдам. Серверні VoIP та уніфіковані сервіси зросли на 17% на рік, а SIP Trunking у період з 2011 по 2012 рік показав зростання на 83%.

3.4 Використання в сучасних компаніях США, Україна, Індія

Наразі, в список топ 10 найкращих VoIP компаній 2022, на думку Forbes, входить -Vonage. США провайдер відрізняється від більш відомих сервісів (наприклад, Skype) тим, що користувач при початковій оплаті послуг зв'язку отримує спеціальний адаптер – пристрій, який, будучи підключеним до звичайного телефону та виділеного каналу Інтернет, дозволяє використовувати звичайний телефон як IP-телефон. При цьому у користувача запитується точна інформація про його адресу, яка використовується для того, щоб забезпечити перенаправлення до місцевого call-центру 911 у разі виклику служби порятунку з IP-телефону Vonage. Таким чином, сервіс Vonage може бути повною альтернативою звичайному телефону, тому що дозволяє здійснювати дзвінки і в

екстрені служби також, що неможливо зробити через Skype. Сам адаптер Vonage є апаратним IP-телефоном з функцією роутера і підтримкою двох телефонних ліній.

В Україні єдиним оператором IP-телефонії, який повністю інтегрований з комутованою телефонною мережею загального користування та зареєстрований за особливим кодом у іноземних операторів визнали компанію Атлантіс Телеком. «Атлантіс Телеком» є оператором інноваційного типу, який має 10 річний досвід роботи на телекомунікаційному ринку України. Компанія належить до нової хвилі сучасних операторів, що надають весь спектр телекомунікаційних послуг, з використанням хмарових технологій. Наші послуги – є економічною альтернативою стаціонарним АТС бізнес-класу і в багатьох випадках можуть забезпечити абонентам помітні переваги: істотне скорочення витрат на комунікації; оптимізація бізнес-процесів; об'єднання віддалених офісів в різних містах і країнах; забезпечення зв'язку для мобільних співробітників; оптимізація дзвінків по мобільному, місцевому, міжміському та міжнародного зв'язку. Атлантіс Телеком – єдиний оператор в Україні хто використовує найсучаснішу телекомунікаційну платформу, що обслуговує більш ніж 50 млн. клієнтів у 70 країнах світу, які здійснюють 500 млн. телефонних дзвінків на місяць.

Не дивлячись на те, що Індія займає 2 місце в світі по об'єму ринку мобільного зв'язку, впровадження і використання VoIP інколи буває складним. В Індії існує багато правил і обмежень щодо того, як і коли можна використовувати VoIP-зв'язок. А в деяких районах країни не вистачає інфраструктури, що робить оптимізацію для VoIP в Індії складним завданням. Але не дивлячись на це сама заможна людина Індії Мукеш Амбані в 2016 році створив телекомунікаційну компанію Jio, на основі нового формату VoLTE – передача голосу через мережі даних 4G. Згодом Jio стала телеком-компанією з мінімальною вартістю зв'язку. Оскільки після завершення льготного періоду користувачі отримували навечно безкоштовні голосові дзвінки і дуже низькі тарифи на передачу даних. І все це на фоні найшвидшого інтернету в країні.

4 ПОРІВНЯННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ КОМПАНІЙ США, ІНДІЇ ТА УКРАЇНИ

4.1 SMS API компанії

В попередніх розділах були розглянуті телекомунікаційні компанії трьох країн: США, Україна, Індія за різновидністю SMS і Voice API трафіків. Кожна з них має свої специфічні особливості в галузі телекомунікаційних послуг, а саме: різноманітні структури, політику компаній, клієнтські бази та річний прибуток. Надалі розглянемо та проаналізуємо графіки успіху на реальних прикладах.

Компанії представники SMS API в США: AT&T, Verizon, T-Mobile US. Хоча ці компанії не пов'язані між собою, їх не можна розділяти. Адже вони являються трьома гігантами SMS – телекому в Сполучених Штатах Америки, найбільшими та найвпливовішими. Саме через них проходить весь SMS трафік з усього світу.

Компанія American Telephone and Telegraph (AT&T Corporation) була створена в 1885 році. Тривалий час була найбільшим постачальником на ринку дальнього і місцевого зв'язку США, а також другим за розміром провайдером бездротових послуг в США (81,6 млн користувачів). Загальна кількість клієнтів AT&T більше 150 млн. AT&T розпочав свою історію як південно-західна телефонна компанія «Белл», заснована Олександром Грем Белл в 1877 р. Телефонна компанія «Белл» стала Американська телефонно-телеграфна компанія у 1885 р., а згодом був ребрендирований як Корпорація AT&T. У списку двох тисяч найбільших публічних компаній у світі Forbes Global 2000 за 2016 рік AT&T Inc зайняла 12-е місце, у тому числі 22-е за виручкою, 14-е за ринковою капіталізацією, 23-е за прибутком та 75-е за розміром активів. Також, на думку журналу Forbes, посідає 13-те місце у списку найдорожчих брендів.

Компанія Verizon Communications була створена в 1984 році, коли Міністерство Юстиції США добровільно-примусово розділила компанію-монополіста AT&T на 8 компаній, одна з яких згодом стала називатися Verizon. У

2000 році було створено спільне з британським Vodafone підприємство Verizon Wireless, що надає послуги бездротового зв'язку. У 2014 році Verizon викупила частку Vodafone за \$130 млрд. Підрозділ Verizon Wireless генерує до 70% виручки компанії, і до 2018 року була лідируючою за кількістю абонентів у США – 150 млн. Але з 2018 року Verizon стала втрачати частку ринку, її обігнала AT&T, і сьогодні наздоганяє T-Mobile. Verizon являється найбільшим у США постачальником послуг бездротового зв'язку. Поточна оцінка Verizon становить 223,7 млрд доларів станом на січень, 2022 рік.

T-Mobile американський оператор бездротового зв'язку, створений у 2002 році, що належить Deutsche Telekom. Ці компанії управляють GSM-мережами у Європі.

Літера «Т» – це частина слова «Telekom». Багато підрозділів Deutsche Telekom назви починаються на «Т-». T-Mobile має власну частку власності у деяких східноєвропейських мобільних операторів. Загалом, у оператора зараз близько 152 мільйонів абонентів, що робить його 16-им за величиною стільниковим оператором у світі. Кількість клієнтів США (третій за розмірами оператора- стільникового зв'язку країни) перевищило 70 мільйонів. Дохід T-Mobile у США за квартал, що закінчився 31 березня 2022 року, склав 20,120 млрд доларів, що на 1,83% більше, ніж у минулому році. А за дванадцять місяців, що закінчилися 31 березня 2022 року, склав 80,479 млрд доларів, що на 4,46% більше, ніж у минулому році.

Компанія представник SMS API в Україні: GMS. Global Message Services заснована в 2006 році, як центр обміну повідомленнями P2P для регіону СНД. Незабаром компанія зрозуміла, що її розгалужена мережа прямих з'єднань з мобільними операторами в СНД стала ідеальною сходинкою для перетворення GMS на перший і найуспішніший у регіоні центр обміну повідомленнями A2P. Зростаючий досвід GMS привів до того, що вона стала першовідкривачем внутрішнього та міжнародного поділу трафіку на цьому величезному ринку.

Після вісьми років значного зростання в СНД GMS була готова до

наступного великого кроку. У 2014 році компанія зосередила свою увагу на глобальному ринку, перемістивши штаб-квартиру до Швейцарії та давши новий поштовх для розширення.

Прокладаючи шлях до успіху, GMS налагодила багато нових прямих зв'язків з MNO та співпрацює з деякими з найбільших світових технологічних підприємств. Розширюючи свою пропозицію СраaS, GMS розпочала офіційне партнерство з Rakuten Viber у 2015 році і продовжує допомагати підприємствам налагоджувати значущі взаємодії зі своїми клієнтами, розвиваючи свої комунікаційні рішення.

Як пріоритетний глобальний партнер для понад 900 операторів мобільного зв'язку та понад 400 підприємств по всьому світу, GMS продовжує нарощувати свою клієнтську базу, впроваджувати інноваційні продукти та розширювати свою розгалужену мережу з'єднань, забезпечуючи безпечну та прозору маршрутизацію трафіку.

GMS є постачальником комунікаційної платформи (СраaS) для підприємств і міжнародним постачальником послуг обміну повідомленнями, для операторів мобільних мереж у всьому світі. Провайдер працює з міжнародними компаніями, найвідоміші з них BMW, Microsoft, Continental. З 2020 року по сьогодні вони досягнули більше 200 тисяч з'єднань A2P і P2P, стали членами глобальної ради Форуму мобільних екосистем та здобули 300 тисяч мільйонів доларів прибутку.

Компанія представник SMS API в Індії: TextLocal

Textlocal компанія заснована у 2005 році. У цей час Аластер Шортленд і Даррен Доус вирішили, що хочуть змінити спосіб спілкування компаній, окремих осіб і груп за допомогою мобільних пристроїв. Відтоді, з розробкою їх продукту Messenger, він дозволив понад 165 000 користувачів спілкуватися за допомогою SMS. У 2014 році Textlocal була придбана imimobile, глобальною компанією мобільних технологій, а вже у 2021 її придбали Cisco. Наразі у компанії 10 нагород та більше 165 тисяч щасливих клієнтів.

В таблиці 4.1. нижче я підрахувала кількість клієнтів, приблизний річний дохід компаній та приблизний дохід на одного працівника, станом на 2021 – 2022 роки.

Порівняльна таблиця SMS API компаній в країнах США, Україна, Індія

Назва компанії	Кількість клієнтів	Прибуток за рік	Дохід на одного працівника
AT&T	201.79 мільйонів	168,864 млрд доларів	746,782 доларів
Verizon	120 мільйонів	134,2 млрд доларів	959,008 доларів
T-Mobile	108,7 мільйонів	70,8 млн доларів	357 500 доларів
GMS	Більше 200 тисяч	101,5 млн доларів	357 500 доларів
TextLocal	Більше 165 тисяч	1,3 млн доларів	325 тисяч доларів

Підводячи підсумки, AT&T за своїми показниками виглядає компанією, що більш розвивається. Виручка AT&T, капіталізація \$212млрд., у 2014 р. була на рівні Verizon \$132млрд., а до 2019 р. досягла \$180млрд. У 2020 р. \$ 172 млрд., при цьому власний капітал виріс з \$ 87 млрд. дол. До \$195млрд. в 2020г. Однак якщо подивитися на мультиплікатори, якими є коефіцієнти рентабельності, то у AT&T вони приблизно в 2-3 рази нижче, ніж у Verizon, тобто Verizon має більш ефективне управління активами.

T-Mobile, капіталізація \$163млрд., за мультиплікаторами до злиття зі Sprint був посередині між AT&T та Verizon. Сьогодні значення його коефіцієнтів рентабельності трохи нижчі, ніж у AT&T. Котирування ж зростають, що, ймовірно, пов'язано з вірою інвесторів у хороші фінансові показники об'єднаної компанії в майбутньому. Але поки навіть за абсолютними показниками, виручка, прибуток, активи, вона відстає від AT&T і Verizon у 2-3 рази.

Verizon протягом кількох років втрачає частку такого важливого для себе ринку бездротового зв'язку. Проте має найефективніше управління активами порівняно з конкурентами. На ринку мобільного зв'язку в США зараз розгорнуто справжню боротьбу за ринок 5G, і явного лідера між Verizon або T-Mobile виділити складно. Ясно одне, AT&T відстає в розвитку свого 5G від конкурентів. Має досить стабільну і стійку бізнес-модель, і за фінансовими показниками

виглядає краще за конкурентів.

За даними наведеними в таблиці розвиток компаній відбувається нерівномірно в різних країнах. Особливо це стосується компаній України – GMS і Індії – TextLocal.

Тоді можна зробити висновок, що існує пряма залежність між темпами економічного розвитку і якістю життя населення, та масштабом застосування в суспільстві інформаційних технологій: чим вище рівень благоустрою громадян в країні, чим швидше вона розвивається, тим більше об'єм вживання послуг. Тому структури набувають різноманітних форм, політики компаній відрізняються одна від одної та мають різну кількість клієнтів і як наслідок відмінні річні прибутки.

4.2 Voice API компанії

Компанія представник Voice API в США: Vonage. Компанія заснована у 2001 році, що стала світовим лідером у сфері хмарних комунікацій, допомагає підприємствам прискорити цифрову трансформацію і представляє базовий сервіс 911. Комунікаційна платформа Vonage повністю програмована і дозволяє інтегрувати відео, голос, чат, обмін повідомленнями в існуючі продукти, робочі процеси та системи. Станом на 2019 рік Vonage повідомив про приблизно 1,1 млн абонентських ліній і консолідовану виручку в розмірі 1,18 млрд доларів США. А статистика за 31 грудня 2021 року показує, що консолідований дохід компанії виріс до 1,4 млрд доларів, що на 13% більше в порівнянні з 2020 роком.

Компанія представник в Україні: Atlantis Telecom. Заснована в 2007 році в Києві, це оператор інноваційного типу, який має 10-річний досвід роботи на телекомунікаційному ринку України. Вони спочатку брали участь у формуванні нормативно-правової бази та намагалися розвивати новий напрямок в Україні. Для надання послуг компанія спочатку вибрала промислову платформу, яка поширена на ринку корпоративної телефонії в США та успішно працює у 70 країнах світу у понад 400 операторів, які обслуговують понад 50 млн. клієнтів.

Послуги Atlantis Telecom є економічною альтернативою стаціонарним АТС бізнес-класу та у багатьох випадках можуть забезпечити абонентам помітні переваги, можна суттєво скоротити витрати на комунікації, оптимізувати бізнес-процеси, об'єднати віддалені офіси у різних містах та країнах, забезпечити зв'язок для мобільних працівників та оптимізувати дзвінки по мобільному, місцевому, міжміському та міжнародному зв'язку. Це єдиний оператор в Україні, який використовує найсучаснішу телекомунікаційну платформу, яка обслуговує понад 50 млн. клієнтів у 70 країнах світу, які здійснюють 500 млн. телефонних дзвінків на місяць.

Компанія представник Voice API в Індії: Джіо. Створення цієї компанії зайняло 6 років і зажадало понад \$35 млрд. інвестицій. За час будівництва мережі Джіо на ринку з'явилося чимало скептиків, котрі вважали проект приреченим. Але, коли Джіо придбала понад 250 млн. користувачів за перші два роки роботи, вона стала першою компанією в історії, що пробила позначку 200 млн. користувачів так швидко. Засновник Джіо, найбагатша людина Індії Мукеш Амбані, не новачок у телекомі. Почувши в 2013 про новий формат VoLTE – передачу голосу через мережі даних 4G – Амбані усвідомив, що це те, що йому потрібно. У жовтні того ж року він купив універсальну ліцензію, яка дозволяла йому робити все, що завгодно на 4G-частотах, у тому числі передавати голос, що на той момент все ще здавалося лише теорією. Але вже до 2014-го AT&T і Verizon у США почали експериментувати з передачею голосу 4G каналами. Стало зрозуміло, що VoLTE може стати майбутнім мобільного зв'язку. Усвідомивши переваги VoLTE (висока якість зв'язку, менше споживання енергії та укорочений час з'єднання), Амбані продовжив скуповувати спектр і почав готуватися до будівництва найбільшої у своєму роді мережі. Після кількох переносів термінів мережу Джіо було запущено у жовтні 2016-го. Запропонувавши користувачам півроку безкоштовного обслуговування, Джіо викликала фурор на ринку мобільного зв'язку. Після закінчення пільгового періоду користувачі отримували надовго безкоштовні голосові дзвінки та дуже низькі тарифи на передачу даних. І все це на тлі найшвидшого інтернету в країні. Індія вже стала другим за розміром інтернет-

ринком після Китаю, маючи 500 млн. користувачів, але проникнення поза містами, де проживає майже мільярд жителів, все ще на рівні 20%. І Jio стала компанією, що дозволило багатьом користувачам вперше вийти в онлайн. Якщо попередні роки ринок мобільного зв'язку в Індії приростав на 50 млн споживачів на рік, то в перший рік роботи Jio він злетів відразу на 150 млн. Згідно з даними, наданими Регуляторним органом у сфері телекомунікацій Індії (англ. Telecom Regulatory Authority of India - Trai), база бездротових абонентів Jio у 2021 зростає на 0,83% і досягла 431,23 мільйона. А річний дохід зріс до 902 мільярдів рупій, що дорівнює 11 721 138 220 мільярдів доларів.

З оцінки таблиці 4.2. зрозуміло, що хоча Voice API являється ключовим трендом сучасної телефонії, його показники не завжди вдалі та популяризовані. Позитивну динаміку росту показують, ті компанії, які змогли представити рішення найбільш актуальних запитів клієнтів, як ось наприклад індійська компанія Jio. Основний попит сконцентрований в додаткових сервісах і комплексних інтеграційних рішеннях, як в основі української компанії Atlantis Telecom. А цікавість до VoIP телефонії продовжує рости до компаній, які розвертають гнучкий корпоративний зв'язок, як це робить американська компанія Vonage. Адаже послуга корпоративної телефонії ускладнюється, IT-фахівці компаній, якщо вони є, не завжди встигають за розвитком технологій. Тому потрібно просвічувати клієнтів та підбирати рішення під завдання, а не орієнтуватись на його технічні запити.

Таблиця 4.2

Порівняльна таблиця Voice API компаній в країнах США, Україна, Індія

Назва компанії	Кількість клієнтів	Прибуток за рік
Vonage	1,1 мільйонів	1,4 мільярдів
Atlantis Telecom	50 мільйонів	-
Jio	431 мільйон	Більше 11 млрд. доларів

ВИСНОВКИ

З результатів дослідження можна зробити висновок, що телекомунікації — це процес, фундаментальний засіб для досягнення різних цілей. В економічному світі телекомунікації слугують для розповсюдження інформації серед постачальників, споживачів, дослідників, аналітиків, законодавців, регуляторів, тощо. Вони присутні у всіх процесах економічного виробництва і є невід’ємною складовою практично будь-якої сучасної бізнес-діяльності, метою якої є продукування товарів та послуг для споживачів. У соціальному середовищі телекомунікації є засобом для інформування, розваг та обміну досвідом. Телекомунікаційні мережі та послуги дозволяють здійснювати всі ці дії на великих відстанях та серед широкого кола користувачів. З огляду на те, що за останні десятиліття телекомунікації стали життєво необхідними для мільйонів громадян, питання реформування цього сектора та інфраструктури стали одними з найважливіших тем економічних дискусій по всьому світу. Рішення, які приймаються урядами у сфері телекомунікацій, матимуть надзвичайно великий вплив на соціальний та економічний добробут націй. Саме тому так важливо приділити увагу розвитку технологій SMS і Voice API трафіків. Сучасні комунікації забезпечать автоматизацію для кращої ефективності надсилання та отримання повідомлень та дзвінків, зробить процеси швидшими, гнучкішими та продуктивнішими. Вони надають надійну та безпечну доставку, адже API забезпечує прямий доступ до SMS-шлюзу.

Але і SMS, і Voice API комунікації повинні переслідувати ті самі основні цілі, що й будь-які інші напрямки урядової політики: економічне зростання, розвиток конкуренції, соціальну стабільність. З огляду на це, цілі телекомунікаційної політики можуть бути в кожній окремій країні різними, залежно від рівня розвитку її галузі зв’язку, а також від соціального та законодавчого середовища. Однак існує ряд універсальних вимог, які не залежать від особливостей, притаманних різним країнам. Державне втручання у сферу телекомунікацій має відповідати наступним категоріям цілей:

- Розвиток телекомунікаційної інфраструктури, як ми розглянули на основі Індії;
- Забезпечення високої якості послуг, як показано у розвитку телекомунікацій в Україні;
- Захист суспільних інтересів, як це представлено у США.

Досягнення зазначених цілей розвитку телекомунікацій дасть змогу істотно оновити і розширити важливу інфраструктурну складову економіки, збалансовано задовольнити потреби у телекомунікаціях суспільства, держави та кожного громадянина, а також забезпечити випереджувальний розвиток телекомунікацій порівняно з темпами розвитку інших галузей економіки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Режим доступу: <https://www.cm.com/en-us/blog/what-is-an-sms-api/> (07.04.2022 р.).
2. Режим доступу: <https://www.mulesoft.com/resources/api/what-is-an-api> (07.04.2022 р.).
3. Режим доступу: <https://www.igi-global.com/article/application-programming-interface-api-research/232166> (07.04.2022 р.).
4. Режим доступу : <https://ru.wikipedia.org/wiki/API> - 07.04.2022 (07.04.2022 р.).
5. Режим доступу : <https://www.ceralytics.com/what-is-an-api/> (07.04.2022 р.).
6. Режим доступу: <https://api.support.vonage.com/hc/en-us/articles/360027503992-What-is-A2P-10-DLC-Messaging-#:~:text=10%20DLC%20stands%20for%2010,also%20known%20as%2010%20DLC>. (04.05.2022 р.).
7. Режим доступу : <https://www.sinch.com/blog/us-short-codes-vs-long-codes-vs-toll-free-numbers-whats-the-difference/#:~:text=What%20is%20a%2010%2Ddigit,MMS%2C%20but%20not%20delivery%20receipts>. (04.05.2022 р.).
8. Режим доступу : <https://www.prolineshopping.com/the-difference-between-a2p-and-p2p-sms-messaging> (05.05.2022 р.).
9. Режим доступу : <https://smc.ru/faq/144/chem+otlichaetsya+smpp-protokol+ot+http-protokola/> (05.05.2022 р.).
10. Режим доступу : <https://www.gms-worldwide.com/about/> (04.05.2022 р.).
11. Режим доступу : <https://chamber.ua/companies/global-message-services/> (03.05.2022 р.).
12. Режим доступу : <https://teleoss.co/teleoss-blog/importance-of-transaction-per-second-tps-and-message-per-second-mps-in-bulk-sms-business/> (01.05.2022 р.).
13. Режим доступу : <https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%>

D1%8F:%D0%A1%D0%BF%D0%B0%D0%BC#.D0.98.D1.81.D1.82.D0.BE.D1.87.D0.BD.D0.B8.D0.BA.D0.BE.D0.BC_.D0.B1.D0.BE.D0.BB.D0.B5.D0.B5_60.25_.D0.B2.D1.81.D0.B5.D0.B9_.D1.81.D0.BF.D0.B0.D0.BC-.D0.B0.D0.BA.D1.82.D0.B8.D0.B2.D0.BD.D0.BE.D1.81.D1.82.D0.B8_.D1.8F.D0.B2.D0.BB.D1.8F.D1.8E.D1.82.D1.81.D1.8F_.D0.A1.D0.A8.D0.90.2C_.D0.A0.D0.A4_.D0.B8_.D0.A3.D0.BA.D1.80.D0.B0.D0.B8.D0.BD.D0.B0 (22.04.2022 p.).

14. Режим доступа : https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_phone_spam (22.04.2022 p.).

15. Режим доступа : <https://www.sinch.com/blog/us-short-codes-vs-long-codes-vs-toll-free-numbers-whats-the-difference/#:~:text=What%20is%20a%2010%2Ddigit,MMS%2C%20but%20not%20delivery%20receipts.> (03.05.2022 p.).

16. Режим доступа : <https://www.textlocal.in/send-bulk-sms/> (05.05.2022 p.).

17. Режим доступа : <https://digitaluncovered.com/best-bulk-sms-providers-in-india/> (04.05.2022 p.).

18. Режим доступа : <https://www.twilio.com/docs/glossary/what-is-voice-api#:~:text=A%20voice%20API%20is%20a,applications%20connected%20to%20the%20internet.> (20.04.2022 p.).

19. Режим доступа : [https://new-tel.net/blog/hosted-pbx-cto-eto/#:~:text=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D1%88%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0%20PBX%20%E2%80%93%20Private%20Branch%20Exchange,\)%20%D0%BF%D0%BE%20%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%B0%D0%BC%20IP%2D%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%84%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%B8.](https://new-tel.net/blog/hosted-pbx-cto-eto/#:~:text=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D1%88%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0%20PBX%20%E2%80%93%20Private%20Branch%20Exchange,)%20%D0%BF%D0%BE%20%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%B0%D0%BC%20IP%2D%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%84%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%B8.) – (05.05.2022p.).

20. Режим доступа : <https://habr.com/ru/company/telecom/blog/224953/> (05.05.2022 p.).

21. Режим доступа : <https://habr.com/ru/company/regionsoft/blog/328172/> (05.05.2022 p.).

22. Режим доступа : <https://www.atelcom.net.ua/about-us-2-2/> - (06.05.2022p.).

23. Режим доступа : https://uk.wikipedia.org/wiki/VoIP_- (06.05.2022p.).
24. Режим доступа: <https://www.forbes.com/advisor/business/software/best-voip-service/> - (06.05.2022p.).
25. Режим доступа : <https://smart-lab.ru/blog/672989.php> - (06.05.2022p.).
26. Режим доступа : <https://growjo.com/> - (06.05.2022p.).
27. Режим доступа : <https://companiesmarketcap.com/vonage/revenue/> - (06.05.2022p.).
28. Режим доступа : <https://www.forbes.ru/tehnologii/370087-na-smert-telekoma-kak-indiyskaya-kompaniya-stala-stala-internet-gigantom> - (06.05.2022p.).

ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ