

125^{IT}



ПОЛИТЕХ
Институт промышленного
менеджмента, экономики
и торговли

В. В. Глухов А. Е. Логинов

МЕНЕДЖМЕНТ В ОРГАНИЗАЦИИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ИНФРАСТРУКТУРУ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ (МОДЕЛИ, ИНСТРУМЕНТЫ)

Монография



ПОЛИТЕХ-ПРЕСС

Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого

2024

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

В. В. Глухов А. Е. Логинов

МЕНЕДЖМЕНТ
В ОРГАНИЗАЦИИ,
ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ
ИНФРАСТРУКТУРУ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
(МОДЕЛИ, ИНСТРУМЕНТЫ)

Монография



ПОЛИТЕХ-ПРЕСС

Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого

Санкт-Петербург

2024

ББК 65.050:65.38

Г55

Рецензенты:

Доктор экономических наук, профессор, исполнительный вице-президент Союза промышленников и предпринимателей

Санкт-Петербурга *Е. А. Горин*

Кандидат экономических наук, советник президента ПАО «Ростелеком» *А. И. Сергеев*

Глухов В. В. Менеджмент в организации, обеспечивающей инфраструктуру телекоммуникаций (модели, инструменты) : монография / В. В. Глухов, А. Е. Логинов. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 160 с.

В монографии рассмотрены ключевые вопросы менеджмента в организации, обеспечивающей формирование и поддержание телекоммуникационной инфраструктуры. Особое внимание уделено планированию мощности оборудования телекоммуникационной инфраструктуры, оптимизации сети телекоммуникационных станций, оптимизации управленческих решений при организации исполнения заказов, оценке телекоммуникационной сети.

Представлены модели, алгоритмы, методы, поддерживающие управленческие решения на различных этапах функционального управления процессами в телекоммуникационной компании.

Монография рекомендуется специалистам телекоммуникационных организаций, будет полезна аспирантам и магистрам, обучающимся по направлению «Менеджмент» (специализации телекоммуникационные организации), может быть использована в системе дополнительного образования персонала телекоммуникационных организаций.

Библиогр.: 86 назв.

Печатается по решению

Совета по издательской деятельности Ученого совета

Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

© Глухов В. В., Логинов А. Е., 2024

© Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2024

ISBN 978-5-7422-8736-0

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. Основы организации процессов создания и поддержания телекоммуникационной инфраструктуры	11
1.1. Особенности бизнес-процессов компании, формирующей и сопровождающей телекоммуникационную среду	11
1.2. Влияние телекоммуникационной среды на экономический рост национальной экономики	21
1.3. Влияние телекоммуникационной среды на качество жизни	28
1.4. Унифицированные телекоммуникации	37
1.5. Система управленческих решений, ориентированная на повышение эффективности создания и обслуживания телекоммуникационной среды	40
1.6. Диверсификация бизнеса	45
1.7. Составляющие оценки эффективности бизнес-процесса	47
2. Стратегическое планирование мощности оборудования сети сотовой связи	52
2.1. Принципы и модели функционирования телекоммуникационных экосистем	52
2.2. Состав оборудования сети сотовой связи	58
2.3. Выбор производственной мощности оборудования	62
2.4. Выбор состава производственных мощностей	63
2.5. Эффективность перехода на следующий уровень стандарта телекоммуникаций	65
2.6. Технико-экономическая оценка спутниковых систем прямой связи	71
3. Задачи оптимизации сети телекоммуникационных станций (обоснование принятия управленческих решений)	80
3.1. Оптимизация сети базовых станций	80
3.2. Выбор места для сотовой станции	90
3.3. Оптимизация топологии сети	94

4. Оптимизация управленческих решений при организации исполнения заказов	102
4.1. Целевой показатель – время выполнения заказа	102
4.2. Организация исполнения заказов, ориентированная на показатель «время выполнения» (обоснование комплексной оценки решений)	106
4.3. Распределение центров активности по территории города (математическая формализация задачи)	111
4.4. Система стимулирования исполнителей заказов	115
4.5. Распределение исполнителей по совокупности заявок	120
4.6. Оценка качества работы	123
4.7. Программная система поддержки операционной деятельности	126
5. Методика комплексной оценки телекоммуникационной сети	134
5.1. Оценка телекоммуникационной услуги	134
5.2. Оценка технологического уровня телекоммуникационной сети	142
5.3. Ценность сети	146
5.4. Эффективность сети	148
5.5. Интегральная оценка сети	154
5.6. Оценка стоимости компании	155

ВВЕДЕНИЕ

В работе «Исследование о природе и причины богатства народов» А. Смит отмечал: *«необходимость создания общественных сооружений и учреждений, нужных для всеобщего производства, но невыгодных для частного капитала»*¹. Надежная и современная инфраструктура обеспечивает оперативность коммуникаций между отдельными гражданами, между предприятиями и техническими средствами, меняет скорости происходящих процессов, открывает новые возможности для повышения эффективности национальной экономики.

Особенно актуальны происходящие на современном этапе изменения для отрасли телекоммуникационных услуг, которая сама находится на этапе интенсивного развития, и одновременно, от ее опережающего становления зависит прогресс других отраслей экономики.

Слово «телекоммуникация» представляет собой соединение греческой приставки теле- (τῆλε-), что означает «далеко» или «издалека», и латинского слова communicare – «делать общим», «связывать».

Становление телекоммуникационной отрасли охарактеризуем ключевыми датами:

- в 1870-х гг. был изобретен электрический телефон;
- в 1878 и 1879 гг. были организованы первые коммерческие телефонные службы;
- 7 мая 1895 г. на заседании Физического отделения Русского физико-химического общества А. С. Попов прочел доклад

¹ Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов / А. Смит. – М. : Азбука-Аттикус, 2019. – 595 с.

«Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям» и показал в действии аппаратуру для беспроводной передачи последовательности сигналов. Расстояние передачи тогда составило всего 250 метров, а текст сообщения представлял всего два слова: «Heinrich Herz» («Генрих Герц»). Таким образом, Попов отдал дань Герцу, который в 1888 г. доказал сам факт существования электромагнитных волн;

– в 1901 г. Гульельмо Маркони, запатентовавший улучшенную версию прибора А. С. Попова, организовал первую в истории радиосвязь через Атлантический океан;

– в 1921 г. – полиция г. Детройта впервые начала применять телеграфную подвижную связь, работающую лишь в одну сторону и использующую частоту 2 МГц;

– 17 июня 1946 г. компании AT&T и Bell Telephone Laboratories запустили первую в истории сеть подвижной радиосвязи, пользоваться которой могли частные клиенты;

– в 1957 г. Л. И. Куприянович создал прототип мобильного телефона, получившего имя ЛК-1 (патент «Устройство вызова и коммутации каналов радиотелефонной связи», в котором были изложены основные принципы работы мобильной телефонии и схема мобильного устройства). Сопряжение ЛК-1 с городской телефонной сетью осуществлялось через автоматическую телефонную радиостанцию (АТР);

– в 1963 г. была запущена в опытную эксплуатацию на территории Москвы система «Алтай» (рабочий диапазон – 150 МГц, позднее 330 МГц). К середине 1970-х гг. под покрытием этой системы было 114 городов СССР, а на Олимпиаде 1980 г. она стала основным средством для связи освещавших ее журналистов;

– в 1973 г. Мартин Купер изготовил первый мобильный телефон компании Motorola (он совершил звонок с устройства под названием Motorola DynaTac, первый звонок по мобильному телефону. DynaTac весил 1,15 кг, имел габариты 22,5×12,5×3,75 см);

– 1983 г. – появление Интернета (сеть ARPANET перешла на новый протокол связи TCP/IP);

– в 1989 г. в продажу поступил первый телефон, который можно было хранить в кармане – Motorola MicroTAC 9800X;

– в 1990-е гг. – появление всемирной паутины Интернет;

– в 1991 г. в Санкт-Петербурге началось коммерческое использование беспроводной телефонии (первый звонок состоялся 9 сентября 1991 г., который длился около двух минут. Мэр Северной столицы Анатолий Собчак созвонился с американским коллегой мэром г. Сиэтла Норманом Райсом. Однако первым российским оператором является «Дельта Телеком». Для звонка использовался современный на то время сотовый телефон Nokia Mobira весом около 3 кг, стоимостью 2 тыс. долл.);

– в 1992 г. вышел телефон Nokia 1011 (первый массовый телефон), устройство приобрело классический вид кнопочных телефонов, монохромный дисплей повышенного размера и выдвигающуюся антенну, память телефона позволяла сохранять до 99 контактов. Весил аппарат 495 г., работал до полутора часов без подзарядки;

– в 1992 г. – появилась первая мобильная сеть в Москве компании Ericsson и «Московская сотовая связь». В 1992 г. имелась одна базовая станция, которая покрывала центральные районы города;

– в 1994 г. была запущена первая российская GSM-сеть, появился оператор «Северо-Западный GSM» (с 2002 г. «МегаФон»).

– 9 января 2007 г. основатель корпорации Apple Стив Джобс на конференции Macworld Expo презентовал iPhone первого поколения (128 Мб оперативной памяти, от 4 до 8 Гб постоянной, камера на 2 Мп и процессор Samsung, экран с разрешением 320×480);

– в 2013 г. компания Samsung представила первый смартфон с изогнутым AMOLED дисплеем – Samsung Galaxy Round (четырёхъядерный процессор Qualcomm Snapdragon 800, 3 Гб оперативной памяти, 32 Гб встроенной памяти, поддержка карт памяти до 64 Гб, экран диагональю 5,7 дюймов. Работала новинка на системе Android 4.3 Jelly Bean);

– в 2018 г. китайская компания Royu Technology представила первый в мире сгибаемый смартфон – Royole FlexPai.

Отрасль телекоммуникационных и информационных технологий является одним из важнейших секторов экономики, обеспечивающих функционирование других отраслей хозяйства и государства в целом. Без современной телекоммуникационной инфраструктуры в России невозможно ее вхождение в мировое экономическое и информационное пространство. Поэтому Правительство Российской Федерации рассматривает дальнейшее развитие телекоммуникационной инфраструктуры страны как один из главных факторов подъема национальной экономики².

Телекоммуникации играют двойную роль: как продаваемая услуга, так и как средство содействия производству и торговле другими продуктами и услугами.

В 2018 г., по данным международного союза электросвязи, насчитывалось 4,3 млрд абонентов сотовой связи при 8,2 млрд активных телефонов.

В 2022 г. количество абонентов мобильной связи составило 5,4 млрд, мировые расходы на телекоммуникационные услуги и платное телевидение составили 1,51 трлн долл. (отчет IDC): США – 580 млрд долл.; Европа, Ближний Восток, Африка – 449 млрд долл.; Азиатско-Тихоокеанский район – 481 млрд долл.

На начало 2023 г. социальные сети насчитывали 4,76 млрд фактических пользователей, что составило почти 60 % от общей численности населения мира, 5,16 млрд человек являлись пользователями Интернета – 65 % мирового населения, 5,44 млрд человек пользовались мобильными телефонами – 68 % от общей численности населения.

За последние десять лет количество пользователей смартфонов увеличилось более чем в четыре раза, за последние пять лет это число выросло в два раза.

В 2024 г. в мире насчитывается 7,21 млрд смартфонов.

² Сажнева О. А. Состояние и тенденции развития рынка телекоммуникационных услуг в России / О. А. Сажнева // Современные наукоемкие технологии. – 2009. – № 11. – С. 8–10.

К 2030 г. прогнозируется 6,3 млрд пользователей мобильной связи (отчет GSMA «Мобильная экономика 2023»)³.

Сотовая связь имеется практически у каждого жителя планеты — это телефонная связь, развлечения, Интернет, информационные сети и др.

В мире более 800 сотовых операторов.

В 2016 г. количество телефонов превысило численность населения.

Наиболее значимые в настоящее время технологические разработки, способствующие развитию телекоммуникационных услуг:

- переход к пятому поколению;
- облачные вычисления;
- интернет вещей;
- спутниковая связь;
- квантовозащищенные коммуникации;
- технологии программно-определяемых WAN-сетей;
- оптоволоконные технологии;
- IoT-устройства;
- технология динамического разделения спектра (DSS, Dynamic Spectrum Sharing);
- беспроводные коммуникации.

Для России связь имеет особое значение, из-за обширности территории. Возможности по доступу к системе связи создают условия для профессионального роста и качества жизни граждан. В 2022 г. рынок телекоммуникационных услуг в России оценивался в 1,8 трлн руб., и его ключевым фактором является мобильная связь, на которую приходится 60 % (789 млрд руб.).

Протяженность магистральных сетей оценивается 1,3 млн км (магистральная и внутризональная сеть по регионам). По ведущим телекоммуникационным компаниям имеем:

- ПАО «Ростелеком» — 500 тыс. км;

³ Мобильная экономика 2023. ICT. Moscow : GSMA. Презентации и исследования [Электронный ресурс]. URL: <https://ict.moscow/research/> (дата обращения: 14.03.2024).

- ПАО «МТС» – 260 тыс. км;
- ПАО «Вымпелком» – 190 тыс. км;
- ПАО «Мегафон» – 147 тыс. км.

Наиболее крупной компанией, обеспечивающей развитие и поддержание российской телекоммуникационной инфраструктуры, является ПАО «Ростелеком». В ней при годовой выручке около 600 млрд руб. в год наибольшая доля приходится на мобильную связь и цифровые услуги (75 %). Быстрый рост и расширение сегмента телекоммуникационной инфраструктуры соответствует стратегии «Ростелекома» по трансформации из телекоммуникационной в ИТ-компанию.

Построение телекоммуникационной сети – это комплексная задача. Она включает: выбор физической структуры сети; размещение основного и обеспечивающего оборудования, канальных соединений; изучение потребностей в услугах связи; организацию обслуживания сети; внедрение современных методов управления.

1. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ СОЗДАНИЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Происходящая в последние 50 лет повышенная динамика ситуации на рынках продукции и услуг, вызванная активными изменениями в ассортименте, технологиях и конкуренции, требует адекватной трансформации организации деятельности в компаниях. Необходимо перейти на иные методологические принципы современной организации производства и оказания услуг, изменить принципы организации процесса обслуживания заказчиков.

Наиболее явно это проявляется в отраслях, проходящих период становления. В их число входит сфера телекоммуникаций, бизнес-процессы, формирующие и сопровождающие телекоммуникационную среду.

Необходимо, опираясь на актуальные принципы организации процессов производства и обслуживания, особенности сферы оказания телекоммуникационных услуг, сформировать систему управленческих решений, ориентированную на эффективное становление и поддержание телекоммуникационной среды, процессов ее взаимодействия с пользователями.

1.1. Особенности бизнес-процессов компании, формирующей и сопровождающей телекоммуникационную среду

Телекоммуникации – это передача сигналов, сообщений, изображений посредством проводных, радио-, оптических и других электромагнитных систем. Телекоммуникационная среда – совокупность территориально распределенных телекоммуникационных

сетей, включая линии связи, средства коммуникации и управления информационными потоками.

Телекоммуникационная компания — организация, предлагающая услуги мобильной и стационарной связи доступа в Интернет и кабельного телевидения. Чтобы телекоммуникационные компании адаптировались к происходящим изменениям, необходимы соответствующие изменения в методах организации деятельности и управленческих решениях.

Термин «телекоммуникация» появился относительно недавно. Однако сегодня уже широко используют понятия:

- телекоммуникационная услуга;
- телекоммуникационные технологии;
- телекоммуникационные поколения;
- телекоммуникационная среда как область деятельности;
- телекоммуникационная среда как область взаимодействия;
- телекоммуникационная экосистема;
- телекоммуникационная компания;
- стандарт связи;
- межсетевые экраны;
- волоконно-оптический кабель;
- роутер;
- кабельный модем и др.

Телекоммуникационная среда — это совокупность территориально распределенных телекоммуникационных сетей, в том числе линий связи, сетей и каналов передачи данных, средств коммутации и управления информационными потоками. Телекоммуникационная среда служит для транспортировки информации, в том числе звука и изображений.

Телекоммуникационную среду обеспечивают:

- организационные структуры;
- правовые и нормативные механизмы.

Телекоммуникации — особый объект управления. Менеджмент в телекоммуникационной компании направлен на ее эффективное развитие с учетом научно-технического развития, потребности рынка, состояния конкуренции, ресурсной обеспеченности.

Решения менеджмента телекоммуникационной компании находятся под влиянием тенденций цифровой экономики, инновационных отраслевых технических решений, высоких темпов развития, значительной конкуренции.

Телекоммуникационные системы классифицируют по нескольким признакам⁴:

- 1) по назначению:
 - системы телевидения,
 - системы связи,
 - компьютерные сети;
- 2) по типу используемой среды:
 - кабельные,
 - оптоволоконные,
 - эфирные,
 - спутниковые;
- 3) по способу передачи информации:
 - аналоговые,
 - цифровые;
- 4) по степени мобильности:
 - стационарные;
 - подвижные;
- 5) по принципу охвата зоны обслуживания:
 - микросотовые,
 - сотовые,
 - макросотовые,
 - зонные,
 - спутниковые.

Отрасль связи является одной из самых капиталоемких. В период 2020–2022 гг. ежегодный уровень инвестиций находился на уровне около 550 млрд руб. (3,1 % от суммы капиталовложений крупных и средних предприятий страны). Норма инвестирования

⁴ Банк лекций Siblec.Ru. Учебные материалы ОКСО 210000. Электронная техника, радиотехника и связь. Лекции для преподавателей и студентов вузов [Электронный ресурс]. URL: <https://siblec.ru/> (дата обращения: 15.02.2024).

оказалась 26 %, что является наиболее высокой для российских отраслей.

Сектор телекоммуникационных и информационных технологий является одним из важнейших секторов экономики, как *создающий условия развития для других отраслей хозяйства и Российской Федерации в целом.*

Его ключевые особенности:

- высокая капиталоемкость;
- значительная внутриотраслевая конкуренция;
- доступность тарифов;
- переход на новые поколения технологии связи;
- значительная протяженность сетей с повышенными требованиями к защищенности и надежности;
- высокие темпы роста потребления услуг связи.

Экономические особенности сферы телекоммуникационных услуг:

- создаваемый продукт не имеет вещественной формы;
- отсутствие в технологических процессах сырья и основных материалов;
- неразделимость процесса производства и потребления услуги;
- отсутствие запасов готовой продукции;
- технологический цикл телекоммуникационной услуги включает – взаимодействие нескольких предприятий;
- специфическая оценка потребительской ценности и качества услуг;
- специфическая оценка ущерба от качества услуг (ошибок при передаче информации);
- неравномерность потока оказания услуг в течение суток, месяца, года;
- необходимость резервов в производственном оборудовании и рабочих ресурсах;
- необходимость наличия целостной региональной и национальной телекоммуникационной сети;
- опережающее развитие телекоммуникационных услуг необходимо для успешного развития предпринимательства;

– развитие рынка телекоммуникационных услуг идет высокими темпами (удвоение за два-три года).

Коммуникационные технологии – это совокупность методов, процессов и устройств, позволяющих получать, собирать, накапливать, хранить, обрабатывать и передавать информацию, закодированную в цифровом виде или существующую в аналоговом виде.

В более узком смысле телекоммуникационные технологии – это совокупность программных и аппаратных средств, позволяющих устанавливать связь без использования проводов и передавать пакеты информации, включающие также аудио- и видеoinформацию.

Телекоммуникационная среда *новая область научной, технической, функциональной и организационной деятельности*, отличающаяся спецификой в принципах функционирования, составом задач по созданию и сопровождению. От качества телекоммуникационной среды зависит эффективность деятельности органов государственной власти, корпоративных пользователей всех уровней, дата-центров и облачных вычислений, биометрии, здравоохранения, образования, жилищно-коммунальных услуг.

«Международный союз электросвязи выделил три основных “кита” сетей связи: масштабные межмашинные взаимодействия, высококомобильная связь, сети связи с ультрамалыми задержками»⁵.

«Инфокоммуникации являются *системообразующей отраслью для инновационной экономики*, призванной обеспечить потоки информации. Соответственно, развитие инфокоммуникаций – фундамент формирования новой инновационной экономики России.

Телекоммуникационные компании, число которых в России стремительно увеличивается, бесспорно, обладают определенными

⁵ Волков А. Н. Исследование и разработка методов построения инфраструктуры и предоставления услуг сетей связи на основе технологий искусственного интеллекта : автореф... дис. кан. техн. наук / А. Н. Волков. – 20 с. [Электронный ресурс]. URL: https://www.sut.ru/doci/nauka/IAEA/DS_Volkov (дата обращения: 02.03.2023).

отраслевыми особенностями, выделяющими их из ряда прочих субъектов бизнеса»⁶.

Стратегическая национальная цель в телекоммуникационной отрасли – это создание современной единой телекоммуникационной среды для обеспечения информационных потоков на всех уровнях. В сфере телекоммуникационных услуг занято несколько крупных компаний и множество мелких. Крупные компании имеют распределенную региональную и функциональную структуры, межрегиональную и международную кооперацию.

Например, ПАО «Ростелеком» имеет функциональные управленческие центры, распределенные по регионам:

- учета и отчетности (Нижний Новгород, г. Воронеж и Новосибирск);
- по работе с персоналом (Нижний Новгород и г. Новосибирск);
- сбора дебиторской задолженности (Нижний Новгород и г. Новосибирск);
- казначейских операций (Нижний Новгород);
- сопровождения телекоммуникационных региональных зон (филиалы);
- подразделения, оказывающие услуги для внутренних клиентов (филиалы и дочерние общества).

Рынок телекоммуникационных услуг – это сравнительно новая сфера потребительских интересов. В настоящее время выделяют три основных информационно-коммуникационных сервиса: телевидение, телефония и интернет-коммуникации. Раньше у каждого этого сервиса была своя собственная техническая инфраструктура:

- для телевидения – телевизионный кабель;
- телефона – телефонный провод;
- Интернета – интернет-провод.

Техническая специфика влекла разделение обслуживающих организаций. Новые технические возможности в телекоммуникационной

⁶ Глухов В. В. Экономика и менеджмент в инфокоммуникациях : учеб. пособие / В. В. Глухов, Е. С. Балашова. – СПб. : Питер, 2012. – 272 с.

среде привели к появлению единого оператора, обеспечивающего доступ ко всем сервисам, отмеченным выше, и появлению принципиально новых возможностей у пользователей.

Возможности технического обеспечения рождают *новые виды продукта и услуг, формируют фактически новый рынок и новые условия управления.*

Индекс цифровой экономики и развития общества (I-DESI) – композитный индекс, разработанный для оценки цифровой конкурентоспособности и развития инфокоммуникационных технологий для стран Евросоюза. Он позволяет учесть пять основных параметров: развитие связи, человеческий капитал, использование Интернета населением, интеграцию цифровых технологий в цифровизации банков и использовании онлайн-каналов продаж, цифровые государственные услуги⁷.

На примере ПАО «Ростелеком» можно выделить следующий набор предоставляемых телекоммуникационных услуг:

- обеспечение проводной связи;
- обеспечение беспроводной связи (кроме спутниковой);
- обеспечение цифровых услуг и решений, провайдер цифровых услуг и решений;
- разработка облачных решений на российском рынке;
- предоставление сети облачных сервисов и возможностей дата-центров;
- предоставление широкополосного доступа в Интернет (около 13 млн абонентов);
- предоставление платного телевидения (около 10 млн пользователей, из них 5 млн пользуются продуктом «Интерактивное ТВ»);
- предоставление выхода на сети более чем 150 операторов связи в 70 странах;
- взаимодействие с международными кабельными системами;
- взаимодействие с международными и национальными операторами фиксированной и мобильной связи.

⁷ Цифровизация Европы: сегодняшнее состояние [Электронный ресурс]. URL: <http://evercare.ru/DESI-2016> (дата обращения: 15.078.2024).

Этот перечень наращивается непрерывно.

Разрабатываемые и внедряемые «Ростелекомом» решения охватывают медицину, образование, мобильные платежи, электронное правительство. Около 70 % всех продаж компании приходится на пакетные подключения пользователей (две или более услуги)⁸.

Бизнес-процессы компании, сопровождающей телекоммуникационную среду, разделяются на основные бизнес-процессы, бизнес-процессы инновационного развития и бизнес-процессы управления.

Например, выделяют:

– *производственные бизнес-процессы (операционная деятельность):*

- предоставление услуг,
 - обеспечение качества,
 - эксплуатация оборудования;
- *вспомогательные бизнес-процессы:*

- обслуживание зданий,
 - эксплуатация транспорта,
 - поддержание прочих активов;
- *управленческие бизнес-процессы:*
- менеджмент организации,
 - управление финансами,
 - материально-техническое снабжение,
 - маркетинг,
 - управление персоналом,
 - управление проектами.

Задача региональных филиалов – обеспечение профильной деятельности в регионе:

- ускоренное внедрение цифровых технологий в экономике и социальной сфере;
- увеличение доли массовых социально значимых услуг, доступных в электронном виде;

⁸ Является ли Ростелеком государственной компанией? // Дневник megavtogonal.com / [Электронный ресурс]. URL: <https:// megavtogonal.com> / (дата обращения: 16.10.2024).

- наращивание доли домохозяйств, имеющих доступ к информационно-телекоммуникационной сети;
- развитие информационных технологий;
- внедрение цифровых технологий в каналы взаимодействия с клиентами;
- увеличение числа клиентов;
- освоение новых рынков услуг связи;
- повышение уровня удовлетворенности клиентов.

Перечислим специфические функции, выполняемые организацией, поддерживающей телекоммуникационную среду:

1. Предоставление местной и дальней телефонной связи.
2. Предоставление широкополосного доступа в Интернет для передачи данных.
3. Предоставление услуг интерактивного и цифрового телевидения.
4. Организация сетей VPN (зашифрованное безопасное соединение в Интернете).
5. Предоставление интеллектуальной сети связи.
6. Проведение проектов и акций в различных сферах жизни общества.
7. Предоставление облачных продуктов.
8. Предоставление селекторной и телеграфной связи.
9. Предоставление базовых сервисов.

ПАО «Ростелеком» активно предоставляет вычислительные мощности Национальной облачной платформы (НОП) в аренду своим клиентам. Мощности данной платформы имеют высокий класс защищенности информации и соответствуют международным стандартам. Кроме того, на базе НОП осуществляется резервное копирование информации в облако и предоставляются катастрофоустойчивые решения.

Говоря о новых специфических возможностях, отметим, что ПАО «Ростелеком» имеет высокие компетенции в сфере удаленного просмотра видео в режиме реального времени или архива.

1. Компания обеспечивает видеонаблюдение в местах проведения ЕГЭ школьников.

2. Сопровождает государственные выборы. В марте 2018 г. во время выборов Президента Российской Федерации компания обеспечила видеонаблюдением более чем 46 тыс. помещений избирательных участков. По итогам работы в центрах обработки данных (ЦОД) было сохранено более 2,5 Пбайт видеoinформации⁹.

Это показывает *масштаб и ответственность выполняемых работ*.

3. По направлению В2С компания реализует проект «Умный дом. Видеонаблюдение», позволяющий клиенту контролировать безопасность собственного жилища из любой точки мира.

4. Развитие биометрических технологий.

5. Формирование открытого рынка данных, собранных с помощью устройств, подключенных к мобильным сетям связи.

Особенности телекоммуникационных услуг в России:

– одни из самых быстроменяющихся и технологичных;
– цены на услуги мобильной связи и доступа в Интернет одни из самых низких в мире;

– практически стопроцентное проникновение мобильной связи и Интернета;

– высокая конкуренция в телекоммуникационной отрасли;

– высокая значимость стратегических решений по определению вектора развития и своевременному выводу на рынок новых продуктов¹⁰;

Ключевые особенности поддерживаемых процессов, существенно влияющие на организацию деятельности телекоммуникационной компании:

– разнообразии заказов;

– непредсказуемости времени поступления очередного заказа;

– неопределенность плановой загрузки;

– индивидуальность заказов («под клиента», наличие выбираемых индивидуально дополнительных функций).

⁹ «Ростелеком» подвел итоги системы видеонаблюдения на выборах Президента // БНК. Информационное агентство [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bnkomi.ru/data/news/> (дата обращения: 07.08.2024).

¹⁰ Мобильная связь и Интернет в России одни из самых дешевых в мире // VC.RU. Zoringer.09.01.2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://vc.ru/u/867051-zoringer/> (дата обращения: 02.08.2024).

Традиционные принципы организации работ мало подходят под такие условия. Требуется специфическое решение задач:

- выбор состава (профиль деятельности, имеющиеся производственные и инструментальные мощности, численность работающих) ячеек в зависимости от структуры потока заказов на работы;
- алгоритм управления потоком заказов и загрузкой производственных ячеек.

Актуальность, широта, специфика и новизна задач телекоммуникационной компании влечет специфику функциональных управленческих моделей.

Настоящая работа рассматривает один сектор – управленческие решения в секторе формирования и поддержки телекоммуникационной среды.

1.2. Влияние телекоммуникационной среды на экономический рост национальной экономики

Телекоммуникации играют двойную роль: как продаваемая услуга и как средство содействия производству и торговле другими продуктами и услугами. Развитие телекоммуникационной инфраструктуры обеспечило переход экономики страны в фазу информационной экономики. Ее признаки: приоритет наукоемких и ресурсосберегающих технологий, значимость интеллектуальной собственности, применение искусственного интеллекта в управлении и проектировании, трансформация традиционных форм хозяйствования, появление новых видов продукции и услуг. Повышается значимость информационного сектора в национальной экономике как нового механизма коммуникаций, передачи знаний и информации, координирования бизнес-процессов.

Направления воздействия телекоммуникационной инфраструктуры на показатели национальной экономики можно разделить на три области:

- 1) прямое воздействие на макроэкономические показатели (прирост составляющих ВВП за счет показателей телекоммуникационной инфраструктуры как подотрасли);

2) косвенное воздействие на макроэкономические показатели обеспечиваемых отраслей (через повышение производительности труда, расширение ассортимента продукции, снижение затрат в обеспечиваемых отраслях экономики);

3) опосредованное воздействие на макроэкономические показатели через улучшение показателей качества жизни (улучшение межличностных коммуникаций, коммуникаций с обеспечивающими техническими средствами, повышение комфортности жизни, сокращение затрачиваемого непроизводительного времени и др.).

Понимание механизмов влияния телекоммуникационной инфраструктуры на темпы развития экономики, на улучшение качества жизни населения позволит обоснованно управлять инвестиционными, трудовыми, материальными ресурсами на всех уровнях принятия управленческих решений. Современная телекоммуникационная среда, являясь одной из отраслей экономики, одновременно – необходимое условие для внедрения современных цифровых технологий на предприятиях и в организациях.

Прямое воздействие на макроэкономические показатели

Объем предоставляемых телекоммуникационных услуг зависит от уровня развития национальной экономики в целом и телекоммуникационной инфраструктуры в частности, готовности населения использовать инфраструктурные продукты.

Оценка значений прямого воздействия на макроэкономические показатели экономики может быть определена как сумма результатов телекоммуникационных компаний:

$$R = \sum_j \Pi_j N_j V_j + \sum_j \pi_j n_j v_j,$$

где Π_j и π_j – цена j -й телекоммуникационной услуги для организаций и частных лиц; N_j и n_j – количество использующих j -ю телекоммуникационную услугу организаций и частных лиц; V_j и v_j – объем j -й телекоммуникационной услуги, предоставленной организациям и частным лицам.

Ключевыми факторами, определяющими масштаб R (число пользователей и вовлеченность в инфраструктуру телекоммуникаций), являются:

- уровень технического развития экономики страны;
- технологический уровень телекоммуникационной инфраструктуры;
- развитость видов предоставляемых телекоммуникационных услуг;
- охват территории страны телекоммуникационной инфраструктурой;
- распространенность операторов связи.

На начало 2023 г. социальные сети насчитывали 4,76 млрд фактических пользователей, что составляет почти 60 % от общей численности населения мира; 5,16 млрд чел. являются пользователями Интернета – 65 % мирового населения; 5,44 млрд чел. пользуются мобильными телефонами – 68 % от общей численности населения.

К 2030 г. прогнозируется 6,3 млрд пользователей мобильной связи (отчет GSMA «Мобильная экономика 2023»)¹¹.

Сотовая связь имеется практически у каждого жителя планеты, это телефонная связь, развлечения, Интернет, информационные сети и др. С 2016 г. количество телефонов (как точек входа в телекоммуникационную инфраструктуру) превысило численность населения.

В мире более 800 сотовых операторов координируют и обслуживают эту сеть. Активно развиваются используемые технические средства, технологические решения и организационно-управленческое сопровождение телекоммуникационной инфраструктуры.

Наиболее значимые в настоящее время технологические разработки, способствующие развитию телекоммуникационных услуг:

- переход к пятому поколению технологии сотовой связи;
- облачные вычисления;
- интернет вещей;
- спутниковая связь;
- квантово-защищенные коммуникации;
- технологии программно-определяемых WAN-сетей;

¹¹ GSMA. Мобильная экономика 2023. 27.02.2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://ict.moscow/research/mobilnaia-ekonomika-2023> (дата обращения: 01.07.2024).

- оптоволоконные технологии;
- IoT-устройства;
- технология динамического разделения спектра (DSS, Dynamic Spectrum Sharing);
- беспроводные коммуникации.

Для России национальная телекоммуникационная инфраструктура имеет особое значение в связи с обширностью территории. Современные возможности по доступу к системе связи создают условия для доступа к базам знаний, профессионального образования и карьерного роста, повышения качества жизни граждан. В 2022 г. рынок телекоммуникационных услуг составил 5 % мирового ВВП и обеспечил в сумме 28 млн рабочих мест.

В 2000 г. доходы отрасли связи в России составили 134 млрд руб., в 2022 г. – 1,82 трлн руб. Прирост составляет 2–5 % в год. Увеличение связано как с фактором инфляции, так и с количественным и качественным развитием самой отрасли¹².

В России в секторе мобильной связи задействовано 1,2 млн работников. На них приходится 4,7 % ВВП страны.

Косвенное воздействие на макроэкономические показатели обеспечиваемых отраслей

Качество и масштаб связи между частными и юридическими лицами оказывают воздействие на рост масштабов производства. Проявляется это через оперативность принятия управленческих решений, более полное представление о влияющих внешних и внутренних факторах. Такие исследования проводились еще в условиях стационарной телефонной связи.

Современные телекоммуникационные возможности принципиально изменили ситуацию, так как системы связи дополнились информационным потоком Интернет-сети и системой связи между техническими объектами, техническими объектами и человеком. В системах управления предприятиями, процессами, услугами и отраслями вертикальные связи заместились горизонтальными.

¹² Там же.

Работы по оценке влияния масштабов реализуемой сотовой связи на темпы роста национальной экономики проводили ряд исследователей. В работе Дж. Фореман и М. Али, например, отмечается, что «десять мобильных телефонов на 100 человек в развивающихся странах приводят к росту на 0,6 % ВВП на душу населения, примерно в два раза выше, чем в развитых странах»¹³. Финансируемое Всемирным банком исследование, проведенное экономистом Кристиной Чжень-Вэй на основе данных из 120 стран, позволило сделать вывод: «...в развивающихся странах повышение уровня проникновения мобильной телефонии на 10 % сопровождается увеличением экономического роста на 0,81 % против 0,60 % в развитых странах»¹⁴.

Важно понимать, что результаты подобных исследований иллюстрируют значительное влияние масштабов сотовой связи на рост национальных экономик, независимо от их уровня фактического развития. Расхождение по уровню развития стран, с нашей точки зрения, связано с разным начальным масштабом экономики.

Влияние телекоммуникационной инфраструктуры происходит через мультипликативный эффект, улучшение бизнес-процессов. Этот эффект оценивается в 4,5–5 % от ВВП¹⁵. Налоговые поступления от этого воздействия оцениваются примерно в 24 млрд руб. в год.

Оценка статистической информации позволяет сформулировать ключевой нормативный показатель: *прирост на 1 % рынка*

¹³ Waverman L. The Impact of Telecoms on Economic Growth in Developing Countries / L. Waverman, M. Meschi, M. A. Fuss // The Vodafone Policy Paper. – 2013. – Series 3. – P. 10–24.

¹⁴ Куаме Нгеоран Карин Ресса А. Мобильная телефония: инструмент экономического роста в развивающихся странах / А. Куаме Нгеоран Карин Ресса // Молодой ученый. – 2014. – № 13 (72). – P. 123–126 [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/72/12317/> (дата обращения: 01.08.2023).

¹⁵ Исследование компании «Коминфо Консалтинг». Анализ социального и экономического влияния мобильной связи: взгляд на Россию. 2011 [Электронный ресурс]. URL: <https://volpromex.ru/yekonomika/> (дата обращения: 01.08.2023).

мобильной связи повлечет – рост налоговых поступлений 12 млрд руб. в год, прирост 225 тыс. новых рабочих мест:

$$\begin{aligned}\Delta f &= 12 \Delta R, \\ \Delta s &= 225 \Delta R,\end{aligned}$$

где Δf – прирост налоговых поступлений; Δs – прирост рабочих мест; ΔR – прирост рынка мобильной связи.

Воздействие возможностей мобильной связи проявляется:

- через улучшение и оперативность управления;
- повышение производительности труда;
- повышение отдачи от инвестиций;
- повышение масштаба торговли.

В конечном итоге это ведет к повышению конкурентоспособности предприятия, региона, экономики страны.

Оценка влияния сотовой связи на макро- и микропоказатели деятельности необходима для оценки целесообразного масштаба инвестиций в развитие телекоммуникационной инфраструктуры, сопоставления направлений инвестиций, оценки эффективности отдельных секторов сотовой инфраструктуры.

Для методики расчета примем ряд зависимостей.

1. Связь прироста валового продукта ΔV и развития телекоммуникационной инфраструктуры ΔR :

$$\Delta V = k \Delta R,$$

где k – коэффициент пропорциональности.

Для небольшого интервала изменений V данное соотношение можно использовать, но в большом интервале величина k будет меняться. Она уменьшается с ростом валового продукта V . Что подтверждают приведенные выше исследования.

Более общий вид формулы, характеризующей связь прироста валового продукта ΔV и развития телекоммуникационной инфраструктуры:

$$\Delta V = k e^{-\lambda V} \Delta R.$$

2. Затраты на развитие инфраструктуры:

$$S = h \Delta R,$$

где h – затраты на единицу телекоммуникационной инфраструктуры (одного подключаемого).

3. Нормативная прибыль в рамках прироста валового продукта:

$$\Delta P = d \Delta V,$$

где d – прибыль на единицу валового продукта.

Правило расчета эффективности инвестиций в развитие телекоммуникационной инфраструктуры будет иметь вид

$$z = \Delta P / S$$

при оценке в годовом интервале, и

$$z = \sum_{t=1}^n \Delta Pt / S$$

при оценке за интервал времени.

Величину z можно использовать для принятия управленческого решения, анализа эффективности инвестиций, сравнения вариантов инвестиционных вложений.

Количество абонентов мобильной связи оценивается в 320 млн чел., при средней плате одного пользователя в 320 руб. в 2019 и 2020 гг.¹⁶.

Характеризуя рынок телекоммуникационных услуг, можно отметить, что мобильная связь составляет 55–60 %. На Интернет – доступ, почтовую связь, платное ТВ, фиксированную телефонную связь, межоператорские услуги, интегрально приходится, соответственно, 40–45 %.

Ключевым результатом применения телекоммуникационной инфраструктуры является повышение интеллектуального уровня общества. Следствием чего становится интенсификация инновационного развития техники, технологии и экономики, рост производительности труда, сокращение непроизводительного труда, повышение эффективности управленческих решений.

¹⁶ Телекоммуникационный рынок России: влияние пандемии и перспективы развития – аналитические материалы Группы «ДЕЛОВОЙ ПРОФИЛЬ» [Электронный ресурс]. URL: <http://delprof.ru> (дата обращения: 25.05.2024).

Прирост валового национального продукта как следствие развития телекоммуникационной инфраструктуры складывается из двух величин:

$$\Delta P = k P^{(0)} + R,$$

где R – сумма оказываемых телекоммуникационных услуг; $P^{(0)}$ – базовое значение валового национального продукта; k – коэффициент прироста валового национального продукта за счет использования телекоммуникационной инфраструктуры.

При детализированной оценке эффективности использования телекоммуникационной инфраструктуры основное методическое соотношение будет иметь вид

$$q = \sum_i \sum_j (k_{ij} P_i^{(0)} + s_{ij} F_i^{(0)}) + \sum_j (R_j - C_j) / \sum_j Q_j,$$

где $P_i^{(0)}$ – базовое значение валового продукта в i -й области деятельности; $F_i^{(0)}$ – базовое значение затрат в i -й области деятельности; k_{ij} – коэффициент прироста выпуска в i -й области деятельности за счет использования j -го инфраструктурного продукта; s_{ij} – коэффициент снижения затрат в i -й области деятельности за счет использования j -го инфраструктурного продукта; R_j и C_j – соответственно, цена и затраты на j -ю телекоммуникационную услугу; Q_j – инвестиционная стоимость j -го инфраструктурного продукта.

Частные оценки эффективности характеризуют отдельные инфраструктурные продукты и отдельные области экономической деятельности:

$$q_j = \sum_i (k_{ij} P_i^{(0)} + s_{ij} F_i^{(0)}) + (R_j - C_j) / Q_j,$$

$$q_j = \sum_j (k_{ij} P_i^{(0)} + s_{ij} F_i^{(0)}) / \sum_j h_{ij} Q_j,$$

где h_{ij} – доля инвестиционной стоимости j -го инфраструктурного продукта, относимая к i -й области деятельности.

1.3. Влияние телекоммуникационной среды на качество жизни

«В информационном обществе, основанном на знаниях и информации, именно широкая доступность телекоммуникационных услуг обеспечивает свободный доступ к различным видам информационных

данных и, таким образом, является необходимым элементом в обеспечении высокого качества жизни»¹⁷.

Качество жизни современного человека все больше зависит от уровня потребления им информационных продуктов и услуг, их доступности и качества¹⁸. В условиях информационного общества традиционные представления о составляющих качества жизнедеятельности изменяются. Телекоммуникации становятся частью быта, досуга, работы и обучения. Сегодня значительная часть жизнедеятельности – это жизнь в цифровом мире. И эта тенденция непрерывно углубляется.

Появились новые понятия: информационная бедность, информационное неравенство, информационная безопасность. Характеризуя качество жизнедеятельности, выделим составляющие: интересная работа; справедливое вознаграждение; безопасные условия; качественное социальное, бытовое и медицинское обслуживание; гарантия занятости; профессиональный рост; вовлеченность в коммуникации.

Информационные технологии оказывают, в частности, влияние на следующие показатели жизнедеятельности:

- повышается вовлечение в работу маломобильных групп;
- расширяется привлечение к профессиональной деятельности пенсионеров;
- расширяется вовлечение в профессиональную деятельность женщин в период беременности и ухода за малолетними детьми;
- упрощается доступ населения к государственным услугам;
- улучшаются показатели здоровья населения.

Системы онлайн-режима работы вовлекают инвалидов в общественно полезную деятельность. По данным социологических исследований, в мире сегодня имеется большое число инвалидов,

¹⁷ Чугунов Г. К. Развитие рынка телекоммуникационных услуг в России как условие повышения качества жизни населения : автореф... дис. кан. экон. наук / Г. К. Чугунов. – М. : Академия госслужбы при Президенте РФ, 2008. – 28 с.

¹⁸ Тоффлер Э. Революционное богатство: как оно будет создано и как оно изменит нашу жизнь / Э. Тоффлер, Х. Тоффлер. – М. : АСТ, 2008. – 569 с.

которое ежегодно возрастает. Многие из них имеют ограниченную мобильность, но вполне могли бы работать дома.

Пенсионеры по мере своих возможностей через возможности онлайн-работы могли бы продлить трудовой период, используя свой опыт, привлекая дополнительный заработок и сохраняя социальную вовлеченность. Концепция активного долголетия предполагает наличие социальной среды, поддержание деятельности пожилых, индивидуального существования.

Онлайн-режим работы оказывается актуальным для женщин, которые вынуждены прервать свою трудовую деятельность в связи с беременностью или же необходимостью воспитывать дома маленьких детей.

Телекоммуникационная инфраструктура меняет принципы взаимодействия граждан со многими государственными структурами. Доступ к государственным и муниципальным услугам, оказываемым по принципу «единого окна» через многофункциональные центры (МФЦ), уже превысил 95 %.

Исследование, проведенное китайскими учеными из Фуцзяньского педагогического университета, городского университета Гонконга и Нанкинского университета, обнаружило значительную положительную связь между использованием Интернета и состоянием здоровья. Это проявляется в следующих аспектах: помощь в получении достаточной информации о здоровье для лучшего самоконтроля; устранение информационной асимметрии между врачами и пациентами, что помогает лучше управлять своим здоровьем; облегчение одиночества, депрессии и беспокойства пользователей; предупреждение депрессии, тревожности у пациентов с кардиомиопатией¹⁹.

Существенным аспектом стала безопасность, обеспечиваемая телекоммуникационной инфраструктурой. Это область, где возможности телекоммуникаций проявились комплексно и многофакторно:

¹⁹ Толстикова И. И. Интернет для повышения качества жизни и его использование пожилыми людьми / И. И. Толстикова, С. Л. Волкова // Культура & технологии. — 2023 — Т. 8. — Вып. 2. — 2023.

- территориальные системы видеонаблюдения;
- кнопки экстренного вызова;
- дорожные системы видеоконтроля;
- контроль местонахождения человека.

Искусственный интеллект с камерами, установленными в домах, офисах, предприятиях, на транспорте и на улицах, позволяют предотвратить возникновение проблем и тем самым повысить безопасность и качество жизни. Такая инфраструктура решает задачи контроля и управления, обрабатывает информацию быстрее и лучше человека.

Коммуникационная инфраструктура в совокупности с включенными умными камерами не только отслеживает ситуацию, но может прогнозировать последствия ее развития:

- стораживающее поведение человека на улице (может свидетельствовать о его болезни, опасности для окружающих);
- стораживающее движение автомобиля (требует предупреждения водителей на ближайших перекрестках);
- контроль за рабочим процессом оператора, слесаря, ремонтника (может предупредить и мгновенно среагировать на опасное движение человека) и др.

Развитие умной телекоммуникационной инфраструктуры проходит три стадии развития: на первой – инфраструктура выявляет нарушения с последующим представлением штрафных санкций; на второй – анализирует развитие ситуации и предупреждает о ее неблагоприятном развитии; на третьей – управляет развитием ситуации, воздействуя управляющими сигналами на технические средства (например, принудительная остановка автомобиля, выключение электроэнергии, изменение режима работы светофора и т. д.) и участников событий.

На начало 2023 г. ПАО «Ростелеком» установил в Санкт-Петербурге 540 комплексов контроля скорости и аналитики нарушений правил дорожного движения, правил проезда перекрестков. Статистика иллюстрирует последствия этого – снижение числа и тяжести аварий. За 2023 г. установлено 8 тыс. видеокamer на территории города.

Показатели качества жизни населения проявляются через конкретные показатели:

- экономию основного и вспомогательного рабочего времени (высвобождается время для отдыха и досуга, меняется соотношение времени работы и отдыха);

- сокращение транспортного времени (автоматизированные системы управления дорожным движением (АСУДД), включающие камеры и детекторы трафика на перекрестках, ситуационные центры и диспетчерские, уменьшают время логистики за счет оптимизации маршрута, снижения времени ожидания на остановках общественного транспорта, времени нахождения в дорожных пробках);

- снижение затрат на возможность общаться с родственниками, друзьями, коллегами по работе (без непосредственного контакта);

- сокращение времени на передачу информации;

- повышение уровня компетентности в любом направлении человеческой деятельности;

- сокращение времени поиска пропавших людей;

- расширение спектра развлечений;

- увеличение ресурса рабочего времени сотрудников (люди работают больше часов, когда у них нет поездок, потерь времени на вспомогательные составляющие);

- сокращение числа автомобильных аварий.

Отрицательными следствиями телекоммуникационной среды оказываются:

- повышение рисков для здоровья (электромагнитные излучения оказывают отрицательное воздействие на организм человека, могут активизировать заболевания);

- появление опасности потери личной и служебной информации (требуется защита от взлома баз данных, кражи информации);

- повышение психологической напряженности (работа на дому может поначалу облегчить жизнь, но это может нанести ущерб психическому здоровью сотрудников, так как возникает ощущение социальной «оторванности» от коллектива).

Повышение составляющих качества жизни влечет реальный экономический эффект.

Эксперты английской фирмы WPI Strategy проанализировали экономическую целесообразность инвестиций в развитие технологии 5G при ее применении в здравоохранении, железнодорожном транспорте и городском самоуправлении²⁰. Экономическая выгода в расчетах составила:

- интегрально – 7,4 млрд фунтов стерлингов к 2030 г.;
- экономия Национальной службы здравоохранения за счет удаленного ухода за пациентами – до 1 млрд фунтов стерлингов в год, что эквивалентно 15,4 тыс. штатных сестринских должностей;
- экономия для пассажиров железнодорожной сети – 25 млн часов в пути в течение следующих пяти лет, что оценивается в 325 млн фунтов стерлингов;
- умное городское освещение снизит потребление энергии и сократит выбросы, что составит 700 млн фунтов стерлингов экономии у муниципалитетов в течение следующих пяти лет.

Эти показатели можно использовать при предварительной экономической оценке результатов внедрения технологии 5G в другой стране, опираясь на макроэкономические характеристики.

1. Первое приближение – пересчет показателей пропорционально численности населения (Великобритания – 69 млн чел., Россия – 146,4 млн чел.), млрд фунтов стерлингов:

	Великобритания	Россия
Здравоохранение	1	2,1
Железнодорожная сеть	0,325	0,69
Умное городское освещение	0,7	1,47
Интегральный доход	7,4	16,5

2. Второе приближение – пересчет показателей пропорционально базовой характеристики оцениваемых областей деятельности (здравоохранение – число больничных человеко-дней, железнодорожная сеть – число пассажиро-перевозок, умное

²⁰ Vodafone. 5G. Построение цифрового общества. 22.11.2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://ict.moscow/research/5g-postroenie> (дата обращения: 21.05.2024).

городское освещение — количество ламп освещения или площадь города и т. д.).

3. Детализированный расчет — прямой расчет составляющих по каждой оцениваемой области (здравоохранение — уменьшение трудоемкости сопровождения больных за счет оперативности реагирования на заболевания, снижения трудоемкости за счет использования дистанционных технологий, снижение дней болезни за счет выбора оптимальных технологий лечения и использования больших баз данных; железнодорожная сеть — сокращение времени, связанного с поездкой, за счет уменьшения времени оформления проездных документов и оптимизации маршрута, сокращение расходов на поездку за счет оптимизации скоростей, предотвращения аварий, автоматизации процессов вождения и обслуживания транспорта; умное городское освещение — сокращение расходов на освещение за счет оптимизации размещения ламп, гибкого режима освещения с учетом природной освещенности).

Для расчета интегрального экономического эффекта от влияния совершенствования телекоммуникационной инфраструктуры на составляющие качества жизни можно использовать следующее соотношение:

$$J = \sum_j \sum_i \Delta_{ij} c_{ij},$$

где Δ_{ij} — изменение j -го ключевого показателя i -й составляющей качества жизни; c_{ij} — экономический эффект от улучшения на единицу j -го ключевого показателя i -й составляющей качества жизни.

Учитывая высокую значимость телекоммуникационной среды для качества жизни, используются специальные государственные инструменты для расширения наиболее значимых элементов среды:

— финансирование целевых федеральных и региональных программ по бесплатному предоставлению каналов связи (например, проект «Социальная розетка» предусматривает в каждой квартире следующие информационные возможности: бесплатное подключение к сети Интернет; основные каналы телевидения; каналы проводного радиовещания с возможностью оповещения населения о чрезвычайных ситуациях; прямую связь с экстренными службами («тревожная кнопка»));

- развитие точек доступа Wi-Fi;
- формирование информационной электронной культуры в обществе;
- применение государственных льгот работодателям, привлекающим к работе маломобильные группы населения;
- разработка качественных специализированных информационных баз данных;
- финансирование разработки новых поколений технологий телекоммуникаций.

Рейтинг цифрового обеспечения качества жизни

С 2020 г. компания по кибербезопасности Surfshark (Нидерланды) проводит исследование, оценивающее цифровое качество жизни и благополучие пользователей в онлайн-среде. Результаты обновляются ежеквартально, рассчитывается рейтинг и выбираются страны с лучшими показателями доступности Интернета, качества электронной инфраструктуры, безопасности и государственного регулирования²¹.

Помимо исследования цифрового качества жизни Surfshark изучает цензуру социальных сетей, блокировки и государственное наблюдение за Интернетом в мире.

Разработанный Индекс цифрового качества жизни (Digital Quality of Life) складывается из пяти параметров:

1) **доступности Интернета:** (первая тройка в 2022 г.: Израиль, Армения, Германия) – оценивается через время, которое потребуется, чтобы заработать на самый дешевый тариф домашнего (50 % индекса) и мобильного (еще 50 %) Интернета (в среднем по миру человеку необходимо проработать 3–4 ч для обеспечения интернет-тарифа, 10–15 мин для 1 ГБ мобильного трафика)²²;

²¹ Эксперты рассказали о цифровом качестве жизни в разных странах. SecurityLab.ru. 03.08.2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.securitylab.ru/news/510786.php?ysclid=lpu57grmki243163704> (дата обращения: 04.06.2024).

²² Рейтинг цифрового благополучия 2023 – индекс качества цифровой жизни в России [Электронный ресурс]. URL: <http://vasilenko.digital> (дата обращения: 05.08.2024).

2) **качества Интернета:** (первая тройка: Чили, Дания, ОАЭ) – оценивается через три показателя: скорость Интернета, стабильность подключения, годовые темпы улучшения первых двух показателей в сравнении с прошлогодними (для мобильного и домашнего Интернета);

3) **цифровой инфраструктуры:** (первая тройка: Дания, Швеция, Нидерланды) – оценивается через интегрированность цифровых технологий в общество – сколько человек из ста пользуются Интернетом;

4) **цифровой безопасности:** (первая тройка: Греция, Бельгия, Литва) – экспертная оценка кибербезопасности и качества законов о защите персональных данных;

5) **цифрового государства:** (первая тройка: США, Сингапур, Великобритания) – оценивается через показатели распространенность систем искусственного интеллекта и коэффициент распространения цифровых госуслуг.

Интегральный показатель вычисляется как

$$J = \sum_i a_i A_i,$$

где A_i – значение i -го показателя; a_i – экспертная оценка значимости i -го показателя для интегральной оценки.

Интегрально – лидирующие позиции занимают Израиль, Дания, Германия, в списке отстающих Йемен, Камерун и Камбоджа. В топ-10 входят США, Сингапур, Франция, Швейцария, Великобритания. Россия на 42-м месте.

В 2022 г. Россия заняла 6-е место в списке стран по доступности Интернета, 44-е – по качеству Интернета, 46-е – по цифровой инфраструктуре, 50-е – по цифровой безопасности. Лучшие оценки страна получила в рейтингах стабильности подключения широкополосного Интернета (1-е место), доступности широкополосного Интернета (8-е место), стабильности подключения мобильного интернета (15-е место), в то время как самые низкие показатели РФ получила за скорость мобильного Интернета (76-е место), качество широкополосного и мобильного Интернета (75-е и 55-е места).

Данный индекс позволяет обоснованно принимать решения по стратегии развития составляющих телекоммуникационной

инфраструктуры, оценивать темпы и направления ее развития, сопоставлять приоритеты развития, реализуемые различными странами.

1.4. Унифицированные телекоммуникации

В конце 2000-х гг. для пользователей стали доступны многие новые виды коммуникаций. Они дополнили мобильную связь и электронную почту. Появился новый термин «телеработа» – выполнение своих служебных функций вне офиса (дома, в пути, в отеле, в автомобиле и др.).

Унифицированные коммуникации (англ. Unified communications, UC) – это технология, представляющая собой интеграцию услуг реального времени, таких как мгновенные сообщения (чат), информация о присутствии (presence), телефония (включая IP-телефонию), видеоконференция, совместная работа над документами, управление вызовами и распознаванием речи с унифицированными почтовыми системами (голосовая почта, электронная почта, SMS и факс). Это набор продуктов, которые обеспечивают потребителя единым интерфейсом и возможностью доступа к услугам на различных коммуникационных устройствах.

Такая технология позволяет оставаться в контакте с коллегами, компаниями непрерывно в любом месте, используя различное коммуникационное средство. При этом используется один номер, один идентификатор вне зависимости от используемых устройств.

В отличие от традиционной для бизнеса классической телефонной системы, которая предоставляет только возможность принимать и совершать звонки, система UC объединяет телефонную связь, видеоконференции, командные чаты, SMS, факс и другие средства связи на единой интегрированной платформе²³.

В числе коммуникационных каналов выделяют сервисы мгновенных сообщений, аудио- и видеоконференцсвязь, электронную

²³ Романова К. Что такое UCaaS и что эта модель может дать бизнесу [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/companies/ipmatika/articles/558012/> (дата обращения: 21.04.2024).

почту, мессенджеры, чаты и соцсети. Обычно каждый коммуникационный канал предполагает «упаковку» с определенным интерфейсом, а в концепции УС заложен принцип объединения всех этих каналов на общей платформе.

Аналитики Harvard Business Review подсчитали, что сотрудники компании переключаются между различными приложениями 1,2 тыс. раз в день, что требует 9 % рабочего времени. Предпочтительнее использовать одну унифицированную платформу, которая способна обеспечить все абонентские устройства.

Объем мирового рынка унифицированных телекоммуникаций в 2022 г. составлял около 59 млрд долл. Чуть меньше половины (21,2 млрд долл.) приходилось на облачные сервисы.

УС позволяет пользователю отправлять сообщения на одном носителе и получать те же сообщения на другом носителе. Например, можно получить сообщение голосовой почты и выбрать доступ к нему по электронной почте или сотовому телефону. Если отправитель, согласно информации о присутствии, находится в сети и в данный момент принимает звонки, ответ может быть отправлен немедленно через текстовый чат или видеозвонок. В противном случае оно может быть отправлено как сообщение не в реальном времени, доступ к которому можно получить с помощью различных средств массовой информации.

Унифицированные коммуникации – это не отдельный продукт, а набор элементов, который включает:²⁴

- управление вызовами и мультимодальные коммуникации;
- присутствие;
- обмен мгновенными сообщениями;
- единую систему обмена сообщениями;
- доступ к речи и личного помощника;
- конференц-связь (аудио-, веб- и видео-);
- инструменты для совместной работы;

²⁴ Унифицированные коммуникации для современного предприятия: как это выглядит (tadviser.ru) Государство. Бизнес. Технологии. 27.07.2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php> (дата обращения: 09.06.2024).

- мобильность;
- интеграцию бизнес-процессов (BPI);
- программное обеспечение для обеспечения интеграции бизнес-процессов.

Применение унифицированных коммуникаций выводит бизнес-процессы на совершенно новый уровень:

- значительно повышается производительность, улучшается совместная работа, комфорт и мобильность сотрудников, как офисных, так и удаленных;

- расширяется сфера применения искусственного интеллекта (виртуальные чат-боты, виртуальные помощники, IVR, интегрированные услуги и т. д.), внедрение искусственного интеллекта позволяет повысить производительность и эффективность совместной работы, а также служит для получения быстрого и конкретного результата коммуникаций (например, аналитических данных);

- используются инструменты самообслуживания везде, где это возможно (автоматизированные руководства позволяют программному обеспечению быстро решать несложные задачи без необходимости взаимодействия с оператором-человеком);

- расширяется использование облачных решений для хранения, обработки и передачи различных данных;

- формируется единая корпоративная система связи с максимально широким спектром используемых абонентских устройств;

- сокращаются расходы на связь (камеры наблюдения могут быть легко интегрированы в единую инфраструктуру предприятия, а использование систем удаленного управления позволяет сократить затраты на обслуживание устройств);

- снижается доля проводного оборудования;

- обеспечивается преобразование текста в речь и речевая аналитика;

- накапливается огромный объем данных, которые можно отслеживать и анализировать для управления эффективностью бизнеса.

Платформы унифицированных коммуникаций не являются инструментом цифровизации бизнеса, но автоматизируют процессы

совместной работы, продаж и обслуживания клиентов, а также накапливают и стандартизируют данные для принятия управленческих решений.

1.5. Система управленческих решений, ориентированная на повышение эффективности создания и обслуживания телекоммуникационной среды

Систему задач управления телекоммуникационной инфраструктурой можно разделить на уровни и группы.

Стратегический уровень:

- освоение новых стандартов технологий;
- сочетание наземной и спутниковой инфраструктур;
- выбор оборудования телекоммуникаций.

Тактический уровень:

- совершенствование бизнес-процессов;
- размещение базовых станций по территории;
- развитие цифровых каналов взаимодействия с клиентами и партнерами;
- оптимизация сервисной инфраструктуры.

Оперативный уровень: совершенствование рабочих мест.

Стратегический уровень включает следующие группы задач:

- освоение нового уровня стандарта связи 5G (fifth generation)/IMT-2020 – пятое поколение технологий мобильной связи с повышенной скоростью передачи данных и 6G;
- освоение новых технологий (инновационное оборудование и программное обеспечение);
- освоение новых рынков услуг;
- разработку новых продуктов с более высокой скоростью связи и малым временем отклика;
- повышение эффективности инвестиций в магистральные и зонные линии связи (развитие внутренних и бизнес-процессов, внедрение цифровых технологий в каналы взаимодействия с клиентами, повышение уровня удовлетворенности клиентов). Повышение плотности и дальности передачи информации в оптическом волокне (скорости от 100 Гбит/с до 1 Тб/с, эффективное

спектральное уплотнение в частотных сетках 12,5 ГГц и 33 ГГц) сопровождается уменьшением стоимости затрат.

Сегодня связь является ареной и одновременно инструментом технологических войн.

Среди наиболее значимых трендов²⁵:

– прорывные технологические направления (мобильные сети связи 5G и 6G, квантовые и спутниковые коммуникации и др.);

– сокращение зависимости от импортного оборудования, обеспечение своего технологического суверенитета;

– перспективные области применения (цифровые сервисы в области биометрии и кибербезопасности и др.).

Сейчас в России разработки базовых станций стандартов 4G и 5G ведут несколько организаций. Созданием базовых станций 4G в России занимается телекоммуникационный вендор «Спектр» госкорпорации «Ростех». Базовые станции стандарта 5G разрабатывает Сколковский институт науки и технологий (Сколтех). В мае 2023 г. стало известно, что входящий в «ИКС Холдинг» вендор вычислительной техники Yadro займется разработкой и производством базовых станций LTE и 5G²⁶.

Потребность абонентов во все большей скорости передачи данных растет не только вследствие быстрого увеличения объема интернет-контента, но и под влиянием роста числа устройств для его потребления. В 2023 г. более 100 стран внедрили системы 5G, общее число охваченных абонентов – более 1 млрд.

Сети мобильной связи 5G отвечают новым требованиям к производительности телекоммуникационных сетей. Они способны обеспечить расширенную широкополосную мобильную связь, сверхнадежную связь с низкими задержками (URLLC) и массовую межмашинную связь. Основной потенциал этой технологии сосредоточен в сегменте B2B.

²⁵ Утятина К. Топ-15 технологий в телекоммуникационной отрасли / К. Утятина, С. Сычёв [Электронный ресурс]. URL: <https://issek.hse.ru/news/729962209.html> (дата обращения: 15.05.2024).

²⁶ Телеком свяжут стратегически // Коммерсантъ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc> (дата обращения: 15.05.2024).

6G – мобильная связь шестого поколения, которая позволит передавать данные со скоростью десятков и сотен гигабитов в секунду. Она должна стать более энергоэффективной, надежной, в ней, по сравнению с 5G, должны уменьшиться задержки передачи данных. На таких сетях могут появиться новые услуги – например, передача объемного изображения объектов и людей в режиме онлайн²⁷.

Сеть 6G будет использовать верхние пределы радиоспектра и поддерживать скорости 1 Тбит/с и более. Это снизит задержку связи до одной микросекунды – в 1000 раз быстрее, чем задержки в сети 5G.

Для технологии 6G характерно предоставление расширенных услуг, таких как смешанная реальность, полная иммерсивная дополненная реальность (XR), мобильные голограммы с высокой точностью воспроизведения и т. д. Однако XR содержит много сложностей. Аппаратное и программное обеспечение может создавать контент для виртуальной реальности, смешанной реальности и т. д.

Объем научных исследований, проводимых по тематике создания и применения сетей 6G, устойчиво повышается.

Основные новые сферы услуг в условиях сетей 5G и 6G:

- интеграция вычислений и хранения информации;
- облачные и периферийные вычисления;
- высокая скорость соединения и низкая задержка передачи сигнала;
- обмен данными между транспортными средствами, элементами дорожной инфраструктуры и участниками движения;
- интеллектуальный анализ больших данных;
- управление автомобилем через автопилот с использованием технологий компьютерного зрения и искусственного интеллекта;
- широкополосный Интернет с помощью технологий спутниковой связи;

²⁷ *Десяткин Е. Е.* Сети мобильной связи 6G. План действий России / *Е. Е. Десяткин, М. В. Иванкович // Электросвязь. – 2023. – Январь [Электронный ресурс]. URL: <https://elsv.ru> (дата обращения: 04.04.2023).*

- высокоскоростная мобильная связь в регионах, где отсутствует наземная инфраструктура;

- новые источники данных и сервисы на их основе (например, биометрических параметров).

В 2018 г. Китай заявил о начале разработки стандарта мобильной связи 6G. В ноябре 2020 г. он запустил первый тестовый спутник, предназначенный для отработки технологий 6G в терагерцовом диапазоне электромагнитных волн.

Южная Корея объявила в 2022 г. о пятилетнем национальном проекте по 6G. Азиатская страна инвестирует в общей сложности 220 млрд вон (193 млн долл.) в следующие пять лет в исследования и разработки технологии 6G. Страна стремится запустить коммерческую версию 6G к 2028 г.

Задачи совершенствования структурного управления:

- объединение управления оборудованием магистральной транспортной сети в единую инфраструктуру;

- построение иерархической модели управления на базе контроллеров программно-конфигурируемых сетей;

- единое управление каналами и сервисами;

- развитие сетей связи и освоение новых технологий.

Развитие современных цифровых каналов взаимодействия с клиентами и партнерами достигается за счет:

- кластерного подхода к развитию сети;

- прокладки магистральных участков сети по принципу PON ready;

- стандартизированных типовых схем подключения и унификация оборудования;

- применения современных методов и протоколов резервирования трафика;

- оптимизации загрузки сети;

- организации динамической реакции на аварии (на основе сценариев) и прогнозируемому поведению сети в случае аварий.

Оптимизация сервисной инфраструктуры реализуется через:

- сокращение операционных затрат на обслуживание клиентов;

- удаленное управление СРЕ и услугами, предоставляемыми клиентам без выезда на площадки клиентов;

- сокращение инвестиций в сервисную инфраструктуру за счет использования унифицированного оборудования на высокопроизводительной и открытой платформе с архитектурой x86;

- разработку новых возможностей для потребителей, новых видов сервисов (внедрение роботов и интернета вещей, миграция потребителей с локальных сервисов в Интернет; перенос классической ИТ-инфраструктуры предприятий из собственных ЦОДов в облачную инфраструктуру; переход пользователей на облачные вычисления и хранилища данных; использование IP-телевидения; участие в сетевых играх);

- снижение стоимости передаваемого терабайта информации;

- сокращение времени вывода на рынок и подключения новых сервисов;

- сглаживание пиковых нагрузок и использование серверов соседних регионов в случае возникновения внезапных пиковых нагрузок.

Повышение эффективности внутренних бизнес-процессов включает систему действий, стимулирующих:

- постоянные улучшения;

- применение методов бережливого производства;

- поиск и внедрение оптимальных организационных и финансовых механизмов;

- цифровизацию клиентского сервиса;

- создание инновационных продуктов и услуг.

Система задач «Совершенствование рабочих мест» включает:

- разработку концепции современного рабочего места;

- сокращение издержек на поддержку рабочего оборудования;

- отказ от локализации рабочего места;

- повышение эффективности рабочих мест сотрудников;

- унификацию процессов обслуживания и эксплуатации рабочих мест;

- обучение сотрудников современным техническим навыкам, практикам клиентоориентированности, решению конфликтных ситуаций, продаже комплементарных услуг;

– повышение качества обслуживания клиентов сегмента B2B.

Эффективность и качество выполнения работ на рабочем месте обеспечивается за счет:

– возможности получать всю необходимую информацию для выполнения подключений клиента и решения инцидентов в режиме реального времени;

– использования специального мобильного приложения, интегрированного с корпоративными информационными системами;

– обеспечения доступности информационных ресурсов в режиме 24/7 в любой точке присутствия сотрудника и поддержки быстрых коммуникаций персонала между собой в рамках выполнения внутрикорпоративных процессов.

1.6. Диверсификация бизнеса

В условиях жесткой конкуренции на телекоммуникационных рынках в совокупности услуг операторов сотовой связи происходят существенные стратегические изменения. Падают доходы от услуг голосовой связи, повышается доля IoT-сервисов, сообщений, видеороликов и др. Происходит соответствующая трансформация самих операторов за счет присоединения медиа- и информационных организаций.

Более высокая скорость передачи данных, низкая задержка сигнала, возможность подключения большого количества девайсов, высокая энергоэффективность, многократно увеличенная пропускная способность, высокая мобильность пользователей ведут операторов сотовой связи в сторону расширения сервиса, создания экосистем²⁸.

Сегодня телекоммуникационная компания – это передача информации (аудио, видео, голоса, текста и т. д.), центры обработки

²⁸ *Мармылев К. А.* Перспективы и пути развития отрасли телекоммуникаций и связи (на примере мобильной связи пятого поколения (5G) на территории России) / К. А. Мармылев // Актуальные исследования. – 2022. – № 27 (106) [Электронный ресурс]. URL: <https://apni.ru/artic-le/5806perspektivi-i-puti-razvitiya-otrasli-telekomm> (дата обращения: 17.08.2023).

данных, разработчики программного обеспечения, производители специализированного сетевого оборудования и кабелей.

Абоненты реализуют покупки через App Store и iTunes Store, банковские карты привязаны к мобильному счету, появляются киберфизические системы, связывающие людей и машины. Нарастает потребность в обработке большого объема данных, поступающих от камер видеонаблюдения, датчиков контроля. Умные устройства, умные машины, автономный транспорт взаимодействуют через сотовые сети с людьми. В результате сотовая сеть становится сферой взаимодействия техники и пользователей.

Появилось понятие «интернет чувств», что отражает новые возможности сетей связи. Передача запаха и тактильных ощущений, появление 3D-дисплеев переведут коммуникации на принципиально другой уровень коммуникаций.

Новые области работы операторов сотовой связи:

- искусственный интеллект;
- облачные сервисы;
- интернет вещей (IoT);
- электронное правительство;
- защищенность информации;
- машинное обучение;
- биометрические технологии в сервисе;
- датацентры;
- VR/AR-решение.

Сети сотовой связи проникают во все сферы жизнедеятельности: промышленность, сельское хозяйство, городское хозяйство, транспорт, образование, госуслуги, досуг.

Типовые виды деятельности телекоммуникационных компаний проиллюстрируем следующими примерами: Verizon Communications Inc. – мобильная связь (большая доля выручки), доступ в Интернет, центры обработки данных, облачные технологии, продажа сетевого оборудования; Deutsche Telekom AG – мобильная связь, проводная телефонная связь, доступ в Интернет; Comcast Corp. – кабельная связь (наибольшая доля выручки), телевидение, производство фильмов, доступ в Интернет; Nippon

Telegraph – мобильная связь, доступ в Интернет, облачные технологии, IoT, продажа сетевого оборудования.

Освоение этих функций требует совершенствования инфраструктуры, обновления сетей, повышение возможностей базовых станций, перехода на новые технологии (связь с абонентом по нескольким потокам данных). Диверсификация позволяет повысить конкурентоспособность, сохранить финансовую устойчивость, повысить эффективность работы.

1.7. Составляющие оценки эффективности бизнес-процесса

Начальной точкой оптимизации деятельность компании является определение целей бизнеса и выделение определяющих бизнес-процессов. Отраслевые рекомендации начались с разработки eТОМ (Enhanced Telecom Operations Map) – многоуровневой модели бизнес-процессов управления производством телекоммуникационной компании. eТОМ является базой для анализа и проектирования бизнес-процессов для предприятий отрасли связи.

Совершенствование нормативной базы реализуется в соответствии с рекомендациями Форума ТМЕ, которые прошли следующие этапы развития:

- карта процессов для оператора связи;
- расширенная карта процессов для оператора связи;
- эталонная информационная модель данных;
- общая модель данных;
- архитектура технологически нейтрального программного обеспечения;
- сервис-ориентированная архитектура;
- карта приложений в области телекоммуникаций.

Ориентация телекоммуникационных компаний на своих потребителей через управление бизнес-процессами требует для решения проблем управления выбора оптимальных бизнес-моделей, как правило, представляющих собой комплекс нормативной, процедурной, плановой, отчетной документации. Бизнес-модель должна обеспечивать принятие и реализацию эффективных

управленческих решений и полное соответствие результата требованиям клиентов и качеству телекоммуникационных услуг²⁹.

Применительно к телекоммуникационной компании выделим: бизнес-направления (услуги сотовой связи, услуги широкополосного доступа, услуги проводной связи и др.); бизнес-процессы (основные, обеспечивающие, управленческие).

Процесс организации деятельности внутри компании разделяется на бизнес-процессы. Один из базовых процессов – это бизнес-процесс «Продажа и подключение услуг клиентов в сегментах B2B», включающий услуги:

- выделенный доступ в Интернет (Интернет по ADSL; защищенный доступ в Интернет из виртуальной части сети);
- IP VPN (IP VPN (L3 VPN); MPLS L2 VPN; VPLS);
- телефонную связь (местная, внутрizonовая, междугородная и международная);
- аренду каналов (междугородних каналов связи; VSAT-линий доступа к сети ПАО «Ростелеком»; каналов телевидения и радиовещания);
- интеллектуальную сеть связи;
- услуги центра обработки данных.

Другой пример бизнес-процесса: сквозной процесс взаимодействия (end-to-end process) центра управления сетью заказчиков, диспетчерской службы и технического специалиста (непосредственно находится на объекте и занимается обслуживанием телеком-инфраструктуры). Технические показатели этого бизнес-процесса – количество заключаемых договоров, число выполняемых электронных нарядов, время на прием заявки и обработку заказа, число ошибок при выполнении работ и др.

Оптимизация бизнес-процессов сохраняет свою актуальность всегда, но условия и оценки меняются под воздействием специфики конкретной организации, условий конкретной ситуации.

²⁹ *Смоленцев В. М.* Моделирование сети бизнес-процессов телекоммуникационной компании / В. М. Смоленцев, И. Т. Заика // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 89 (05).

Рассмотрим методику комплексной оценки бизнес-процесса применительно к процессам обслуживания, где оптимизируется процесс взаимодействия с потребителями, взаимодействия клиентов и исполнителей, где значительная доля деятельности – прямое взаимодействие с клиентом в условиях рыночной конкуренции.

Классический подход оценки эффективности опирается на расчет экономических показателей:

- чистой стоимости;
- внутренней нормы доходности;
- срока окупаемости;
- рентабельности инвестиций и др.

Использование данных показателей полностью оправдано при оценке коммерческих проектов, но бизнес-проекты, направленные на взаимодействие в процессах обслуживания, требуют комплексной оценки, включающей *оценку текущей ситуации и оценку будущих последствий*. Если предоставленная услуга не удовлетворила клиента, то будущие потери будут связаны с потерей не только, собственно, клиента, который сменит обслуживающую компанию, но и потерей возможных в будущем пользователей, которые получают информацию о плохо выполненном заказе. Экспертная оценка позволяет считать, что плохо выполненный заказ *сопровождается в последующем потерей до 10 подобных заказов* (их переход к конкурентам).

Конкуренция в борьбе за клиента требует, наряду с экономической оценкой затрат и прибыли, *учета показателей результативности, качества, времени исполнения работ*. Говоря о специфике оценки, можно выделить их привязку к трем типам бизнес-процессов:

- 1) операционные процессы (направлены на достижение целей компании и включают производство продуктов или получение заказов от клиентов);
- 2) процессы управления (методы контроля сотрудников, бюджета, корпоративного устройства);
- 3) процессы поддержки (техническая поддержка инфраструктуры, набор персонала и т. д.).

Критерий оптимизации включает такие составляющие, как результативность, стоимость (затраты), время, качество.

Показатели результативности бизнес-процессов отражают результаты функционирования процесса (если процесс имеет доходную составляющую, то показатели результативности – выручка, количество абонентов, рентабельность и др.; для процессов поддержки, например, критерием оптимизации может быть снижение текучести кадров; для процессов управления – полнота, своевременность и достоверность информации, повышение прозрачности и информативности внутренней отчетности).

Стоимость – это составляющие и интегральная величина затрат, себестоимость, инвестиции, структура затрат.

Показатели могут быть абсолютными и относительными.

Время исполнения заказа характеризуется общей величиной и составляющими от момента поступления заказа до завершения работ по его исполнению.

Качество исполнения работ может характеризоваться различными показателями. В основном это показатели надежности работы установленного оборудования, удовлетворенности клиента, затраты на исправление брака (см. табл.).

Примеры составляющих критерия оптимизации бизнес-процессов

Показатели	Операционные процессы	Процессы управления	Процессы поддержки
Результативность	Выручка, объем выпуска, число абонентов, средний чек, рентабельность	Прозрачность и информативность внутренней отчетности	Текущность кадров
Стоимость	Общие, прямые и косвенные затраты		
Время	Длительность элементов бизнес-процесса		
Качество	Клиентская удовлетворенность, количество обращений и жалоб клиентов	Количество ошибок, доля бумажного документооборота	Производительность труда, выработка на одного сотрудника

Формальным комплексным критерием эффективности бизнес-процесса предлагается использовать комплексный показатель:

$$J = a (R - C) / (R_0 - C_0) + b K / K_0 + c T / T_0,$$

где R – показатель результата; C – показатель затрат; K – показатель качества; T – время процесса; R_0, C_0, K_0, T_0 – соответствующие нормативные значения показателей; a, b, c – коэффициенты значимости составляющих критерия.

Такая оценка включает четыре составляющие, представляемые в относительных единицах измерения и складываемые с учетом экспертных коэффициентов значимости. Последние отражают специфику бизнес-процесса, его роль в общем комплексе работ, оперативные и стратегические целевые установки.

Особо подчеркнем методическую значимость составляющих критерия. Первая составляющая – стоимостная оценка текущего результата, фактически это *оперативная прибыль*. Второе и третье слагаемые – это *форма учета будущих результатов*. Качество и время исполнения заказа являются показателями, пропорциональными оценкам конкурентоспособности, будущей успешности. Такой методический подход позволяет учесть и сопоставить оперативные и будущие составляющие дохода.

Использование предложенной методики оценки бизнес-процессов позволит оптимизировать бизнес-процессы за счет добавления в методику оценки эффективности показателей качества и времени. Предложенная методика является универсальной и может быть применена для оценки бизнес-процессов во всех этапах экономической деятельности телекоммуникационной компании.

2. СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ МОЩНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ СЕТИ СОТОВОЙ СВЯЗИ

Производственные мощности организации – основа ее возможностей. При их выборе закладываются стратегические возможности предприятия на долгосрочный период.

Одна из методологий выбора состава производственных мощностей опирается на принципы построения экосистем. Они учитывают не только внутренние факторы телекоммуникационной организации, но и внешние связи с партнерами и потребителями.

Ключевые управленческие решения, связанные со стратегией телекоммуникационной компании:

- определение методологии построения экосистем бизнеса;
- выбор масштаба производственных мощностей;
- выбор состава производственных мощностей;
- переход на следующее поколение технологии сотовой связи;
- использование прямой спутниковой связи.

2.1. Принципы и модели функционирования телекоммуникационных экосистем

Современная инфраструктура жизни и труда – это совокупность систем: электричество, отопление, водоснабжение, канализация и цифровизация (несколько контуров коммуникаций, встроенные системы контроля и управления). Все это составляющие «глобальной экосистемы» инфраструктуры жизнедеятельности.

Этот термин применяли многие авторы (в ряде случаев не совсем корректно), некоторые, используя термин «экосистема», специально уточняли его определение. Дж. Мур, например, применил

это понятие к общности потребителей и производителей как взаимосвязанных и взаимодополняющих субъектов³⁰.

Для нашего исследования примем следующее значение понятия «экосистема»: термин «экосистема» объединяет два понятия — «система» и «эко»; понятие «система» определим как совокупность взаимосвязанных и взаимодополняющих друг друга элементов; дополнение к «системе» термина «эко» означает, что совокупность элементов является окружающей средой, следовательно, в системе должен присутствовать объект, который окружен совокупностью элементов.

Актуальность и значимость концепции экосистем проиллюстрируем примерами.

«По оценкам McKinsey, совокупная выручка экосистемных компаний к 2025 г. может достичь 60 трлн долл., а их доля в мировой экономике увеличится с 1–2 % в 2020 г. до 30 % к 2025 г.

По данным исследовательской компании J'son&Partners Consulting, количество подписчиков экосистем в России выросло в 4 раза — до 16,2 млн, что принесло их владельцам выручку в 12,5 млрд руб.»³¹.

Применительно к нашему исследованию будем разделять глобальную и частные экосистемы для потребителя телекоммуникационных услуг. Это необходимо с учетом постановки и выбора алгоритмов решения оперативных и стратегических задач. В условиях постоянно растущей конкуренции за потребителя среди телекоммуникационных компаний главным стратегическим фактором успешности бизнеса становится диверсификация. Помимо имеющихся направлений деятельности компания создает дополнительные точки роста, и опора на методические принципы

³⁰ James F. Moore. Predators and prey: a new ecology of competition / James F. Moore // Harvard Business Review. 1993. — May–June. — P. 75–86 [Электронный ресурс]. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov> (дата обращения: 23.04.2024).

³¹ Экосистемы — новая стадия эволюции медиа и телекома // Кабельщик. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cableman.ru/article/ekosistemy-novaya-stadiya-evolyutsii-media-i-telekoma?ysclid=lgtoeu5yub158172654> (дата обращения: 04.02.2023).

построения экосистем позволяет выделять имеющиеся и желаемые точки роста.

Конкретизируя область исследования, сконцентрируемся на телекоммуникационной экосистеме.

Телекоммуникационная экосистема — это частная экосистема инфраструктурного окружения жизни и труда, комплекс программно-аппаратных решений и набор современных ИТ-решений: умный домофон, комплексное видеонаблюдение, мобильная и стационарная телефония, широкополосный доступ в Интернет, интерактивное ТВ, Wi-Fi, сервисы для геймеров, умные счетчики (телеметрия), охранная система, образовательные и медицинские услуги, множество дополнительных опций (облачные хранилища, антивирусы, компьютерная помощь и др.).

Это то, что мы используем сегодня, но завтра этот перечень будет постоянно наращиваться.

Сформулируем ключевые принципы построения экосистем.

Все эти сервисы работают на единой интеллектуальной платформе (что позволяет считать эту совокупность системой), которая поддерживает работу элементов и обеспечивает защиту от несанкционированного проникновения третьих лиц.

С учетом принципов работы системы, можно принять, что *эффективность отдельных элементов экосистемы зависит не только от их локальной работы, но и от эффективности взаимодействия между элементами системы.*

Стратегия провайдера, обеспечивающего телекоммуникационные услуги, состоит в том, чтобы организовать весь комплекс услуг, включая связь, умный контроль жилья, защиту компьютерного оборудования, обучение и развлечение детей и т. д. *Важным фактором для пользователя экосистемы является «автономность услуги» (привязка к пользователю, а не к месту) — весь комплекс услуг остается с пользователем при изменении его местонахождения.*

В начале 2000-х гг. Л. Рейман отметил *сращивание телекоммуникационного сектора и информационных технологий в единую систему*

услуге^{32,33}. В настоящее время это стало фактором конкурентоспособности телекоммуникационной компании, обязательным элементом стратегии ее развития.

Разрабатываемые стратегии отечественных компаний сферы телекоммуникационных услуг иллюстрируют *ориентацию на формирование у пользователя телекоммуникационной экосистемы, способной самостоятельно, без привлечения сторонних контрагентов реализовывать широкий набор возможностей*. Стратегии предусматривают формирование экосистем с предоставления единого продукта на базе передачи данных.

Сейчас самые крупные экосистемы в России у ПАО «Яндекса», ПАО «Сбер», ПАО «Тинькофф», ПАО «VK». Все эти компании предоставляют доступ к своим сервисам через модель подписки и единый ID³⁴.

Пакетное подключение услуг не только выгодно, но и удобно пользователю – можно смотреть контент Wink на своем смартфоне, пользоваться облачным хранилищем «Яндекс. Диск+» с синхронизацией данных на разных устройствах, получить неограниченный трафик для использования приложений «Яндекс.Карты», «Яндекс.Навигатор» и «Яндекс.Транспорт», соцсетей и мессенджеров и др.

Можно выделить элементы телекоммуникационной экосистемы, активно развиваемые в последнее время:

– *умные счетчики* – они обеспечивают автоматический сбор сведений о расходах, собственникам не нужно вручную собирать показания потребления воды, тепла и электроэнергии, так как информация считывается и направляется автоматически через каналы передачи данных;

³² Заседание коллегии мининформсвязи России по итогам работы отрасли информационных технологий и связи РФ за 2007 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zasedanie-kollegii-mininformsvyazi-rossii-po-itogam-raboty-otrasli-informatsionnyh-tehnologiy-i-svyazi-rf-za-2007-god>.

³³ Выступление на заседании Совета безопасности Российской Федерации. 25 июля 2007 г.

³⁴ *Седашов Н.* Как российские компании развивают экосистемы-2022 / Н. Седашов [Электронный ресурс]. URL: <https://vc.ru/u/163530>.

– телемедицинские услуги (контроль физиологических параметров организма пациента, проведение диагностических и лечебных манипуляций; пациент или врач, непосредственно проводящий обследование или лечение пациента, получает дистанционную консультацию другого врача с использованием информационно-коммуникационных технологий).

На основании вышеотмеченного выделим базовые признаки, принципы и модели функционирования цифровых экосистем на базе технологических и телекоммуникационных компаний³⁵.

Исходя из анализа совокупности услуг, предоставляемых ведущими телекоммуникационными компаниями, можно выявить базовые признаки идеальной экосистемы:

- наличие стержневого сервиса;
- совместимое оборудование;
- удобное приложение для управления приборами;
- возможность наращивания основного актива за счет дополнительных продуктов;
- каждый новый актив всегда должен усиливать бренд, увеличивать ценность, устойчивость и рост основного актива;
- каждый новый сервис должен удерживать пользователя как можно дольше;
- создание собственной платежной системы;
- базирование на собственной телекоммуникационной сети.

Обобщая изложенное выше, сформулируем основные принципы построения телекоммуникационной экосистемы:

- эффективность отдельных элементов экосистемы напрямую зависит от эффективности взаимодействия внутри совокупности;
- весь комплекс услуг остается с пользователем при изменении его местонахождения;

³⁵ *Мамедов М. А.* Становление и развитие цифровых экосистем на базе технологических и телекоммуникационных компаний в России / М. А. Мамедов, Т. Ф. Мамедов // *Финансы и управление.* – 2022. – № 3 [Электронный ресурс]. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.ptp?id=38053 (дата обращения: 07.08.2022).

- сращивание телекоммуникационного сектора и информационных технологий в единую систему услуг;
- возможность пользователя телекоммуникационной экосистемы самостоятельно, без привлечения сторонних контрагентов реализовывать широкий набор возможностей;
- пакетное подключение услуг.

Модели экосистем имеют несколько типовых вариантов построения. Сформулируем их на основе конкретных примеров, реализуемых различными ведущими телекоммуникационными компаниями, которые можно считать классификационными.

1. Экосистема строится вокруг одного стержневого бизнеса, который окружен дополнительными сервисами (пример WeChat – основная система обеспечивает общение с дополнением возможностей по оплате счетов, бронирования столика в ресторане и др.).

2. Экосистема (децентрализованная) создается из множества равных по уровню и масштабу использования приложений, которые привлекли пользователей.

3. Экосистема как объединение медиа- и телекоммуникационной индустрий (например, «Ростелеком» с группой ВГТРК создали компанию «Цифровое телевидение», а с «Национальной Медиа Группой» – компанию «Медиа-Телеком»).

Некоторые экосистемы развиваются на базе мессенджеров, другие – на базе социальных сетей, а некоторые компании разрабатывают экосистему с максимально широким набором возможностей под единым брендом^{36, 37}. Одним из лидеров в этом направлении является китайский WeChat.

МТС, разрабатывая экосистемную и клиентоцентричную стратегию построения цифровой экосистемы, выделил четыре бизнес-вертикали: 1) телеком; 2) финтех; 3) медиа; 4) облачные услуги и цифровые решения для корпоративных клиентов.

³⁶ Тимирчинская О. Как Сбербанк строит экосистему на все случаи жизни / О. Тимирчинская // Газета.ру [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gazeta.ru/business/2019/06/11/12408139.shtml> (дата обращения: 09.04.2020).

³⁷ Экосистема Сбербанка. TAdviser [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/> (дата доступа: 09.03.2020).

При этом ядром экосистемы остался телекоммуникационный бизнес, а различные сервисы просто дополнили его. Стратегия предусматривает расширение числа услуг в приложении «Мой МТС», создание «сервисов завтрашнего дня». Среди перспективных направлений оператор называет Entertainment (развлечения), где компания объединила ранее приобретенные билетные агрегаторы Ponominalu и Ticketland, приложение телемедицины от МТС и «Медси» SmartMed, стриминговую платформу WASD.TV и др.

В отдельную компанию «МТС Медиа» были выделены медиа-активы оператора. Она занимается производством и дистрибуцией видеоконтента.

Оценивая экосистемы со стороны пользователя, следует выделить опасное сосредоточение всех функций в одном приложении, а также открытость личной информации. Однако, ощущая пользу и выгоду от использования таких экосистем, пользователи не готовы от них отказаться. И поэтому в дальнейшем баланса можно будет достигнуть за счет усиления безопасности для пользователя при постоянно расширяющемся спектре возможностей³⁸.

2.2. Состав оборудования сети сотовой связи

Выбор оборудования опирается на совокупность множества воздействующих параметров, определяющими из которых являются:

- совокупность планируемых пользовательских услуг (телекоммуникационная экосистема);
- стоимость изготовления и поставки оборудования;
- сроки поставок;
- возможность обеспечения масштабной поставки;
- работоспособность при масштабном использовании;
- обеспечение сервисной поддержки;

³⁸ Gem4me: будущее коммуникационных экосистем // Кто? Что? Где? [Электронный ресурс]. URL: <https://kto-chto-gde.ru/story> (дата обращения: 21.07.2023).

- оперативная ликвидация сбоев;
- производительность;
- энергопотребление;
- опыт внедрения.

Сеть сотовой связи состоит из системы коммутации и системы базовых станций.

Принципы построения сети сотовой связи и сотовых телекоммуникационных услуг:

- функциональность;
- надежность;
- доступность закупки по цене;
- качество (проявляется через площадь покрытия, средние доступные скорости передачи данных, частоту аварий и отказов);
- доступность по стоимости использования.

Характеризуя оборудование телекоммуникационной сети, следует выделить: технологические уровни, типы, состав в конструкции.

Задачи выбора оборудования делятся на три уровня:

- выбор поколения оборудования;
- выбор состава оборудования;
- выбор мощности оборудования.

Состав потенциального базового оборудования сети сотовой связи, исходя из функционального назначения, можно разделить на группы:

- базовые станции для технологических и специальных сетей;
- базовые станции для сетей связи общего пользования;
- базовые станции мобильной связи для малых населенных пунктов и корпоративных сетей связи;
- базовые станции мобильной связи с открытой архитектурой операторского класса;
- базовые станции, обеспечивающие функции приема–передачи на радиоинтерфейсе для связи с абонентскими терминалами и функции сопряжения с опорной сетью.

Ядро базовой станции состоит из нескольких ключевых элементов:

- узел управления мобильностью;

- обслуживающий шлюз;
- пакетный шлюз;
- транзитный узел маршрутизации – обеспечивает маршрутизацию сигнального трафика ядра мобильной сети;
- средства анализа и управления пакетным трафиком – реализуют функцию анализа и управления пакетным трафиком ядра мобильной сети;
- средства управления политикой мобильного Интернета;
- программное обеспечение;
- узел управления политикой обслуживания и правилами тарификации абонентов мобильного Интернета;
- модуль поддержки радиоподсистемы;
- программное обеспечение поддержки функционирования радиоподсистемы.

С учетом функционального назначения можно определить следующий состав элементов базовой станции:

1. Базовая станция для выделенных технологических и специальных сетей связи включает:

- блок обработки сигналов базовой станции;
- приемо-передающие радиомодули;
- систему управления элементами радиоподсистемы – систему управления функциями централизованного мониторинга и управления элементами сети радиодоступа.

2. Базовая станция для сетей связи общего пользования включает:

- контроллер – выполняет функции управления базовыми станциями, осуществляет подключение и высвобождение разговорных трактов между базовыми станциями и опорной сетью, передачу вызываемой сигнализации на абонентские терминалы, управление мобильностью абонентов между базовыми станциями;
- систему управления сетью – выполняет функции централизованного мониторинга и управления элементами сети радиодоступа и позволяет создавать отчеты по статистике и аварийным сообщениям, изменять конфигурационные параметры сетевых элементов.

Оборудование базовой станции для сетей связи общего пользования состоит:

- из микропроцессора для обработки сетевого трафика и управления средствами;
- блока цифровой обработки;
- микропроцессора для обработки радиочастотных сигналов;
- линейки радиомодулей.

3. Базовая станция мобильной связи для малых населенных пунктов состоит из нескольких компонентов:

- удаленного приемопередающего радиомодуля диапазона 1800 МГц;
- удаленного приемопередающего радиомодуля диапазона 2300 МГц, шасси блока обработки сигналов (коммерческий сервер платформы x86 1U с возможностью установки до двух карт обработки сигналов, обеспечивающий базовый функционал);
- карты обработки сигналов (обеспечивает работу протоколов LTE и GSM).

4. Оборудование базовой станции мобильной связи с открытой архитектурой операторского класса включает:

- программно-аппаратный комплекс;
- программное обеспечение протоколов базовой станции с открытой архитектурой;
- программное обеспечение для централизованного управления, мониторинга работы отечественных базовых станций.

Телекоммуникационное оборудование системы коммутации включает:

- приборы, служащие для обмена данными и находящиеся в личном распоряжении пользователей;
- структурированную кабельную систему (коаксиальные и оптические кабели и разъемы, патчкорды, витые пары, оптоволоконное оборудование, распределители);
- волоконно-оптические линии связи (коммутаторы, маршрутизаторы, сетевые адаптеры).

2.3. Выбор производственной мощности оборудования

Сформулируем определяющие принципы выбора состава оборудования.

1. Планирование состава производственных мощностей при использовании принципов «реконфигурации под заказ» начинается с прогнозирования будущих заказов (ассортимента и количества).

2. Особенностью оказывается планирование не статического одномоментного показателя, а динамики потока заказов. Это позволяет рассматривать деятельность производства в условиях моделирования показателей во времени и оценивать его эффективность за длительный период. Фактически ставится задача цикла жизни производственной единицы от становления до закрытия и утилизации.

3. Расчет эффективности инвестиций опирается на весь период (достаточно обозримый) работы оборудования.

4. Неполная определенность стратегического портфеля заказов требуют специфического метода определения ресурса производственного оборудования.

Сформулируем задачу. Требуется определить стратегический ресурс оборудования P , если размер портфеля заказов планируется в интервале от P_1 до P_2 при равной вероятности отдельных событий. При расхождении имеющегося ресурса оборудования и возникшей фактической потребности проявится дефицит или избыток ресурса.

Дефицит производственной мощности ведет к отказу от части заказов — появляется упущенная выгода, оценку которой примем c_1 на единицу дефицита мощности.

Наличие избыточных мощностей производства ведет к повышению цены продукции c_2 на каждую единицу избыточной мощности.

Тогда интегральная оценка математического ожидания экономических последствий (потерь) для величины P будет иметь вид

$$\int_{P_1}^P (c x + (P - x) c_1 (1 / (P_2 - P_1))) d_x + \int_P^{P_2} (c x + (x - P) c_2) (1 / (P_2 - P_1)) d_x.$$

Эту величину затрат необходимо минимизировать, выбирая значение P . Берем производную по P и приравниваем ее к нулю:

$$\begin{aligned} C P / (P_2 - P_1) + (P - P_1) c_1 / (P_2 - P_1) - c P / (P_2 - P_1) - \\ - c_2 (P_2 - P) / (P_2 - P_1) = 0, \\ (P - P_1) c_1 - c_2 (P_2 - P) = 0, \\ P = (P_2 c_2 + P_1 c_1) / (c_2 + c_1). \end{aligned}$$

Конечное соотношение дает правило выбора мощности оборудования при вероятностном поведении спроса.

1. Если $P_2 = P_1$, то это и будет искомой мощностью оборудования.
2. Если c_1 существенно больше c_2 , то искомая мощность $P = P_1$.
3. Если c_2 существенно больше c_1 , то искомая мощность $P = P_2$.
4. Если $c_2 = c_1$, то искомая мощность $P = (P_2 + P_1) / 2$.

2.4. Выбор состава производственных мощностей

Оборудование телекоммуникационной компании определяет технические возможности компании по подключению абонентов, качество технической поддержки сети, развитие сети, энергопотребление. Эффективность работы компании зависит от эффективности использования оборудования, соответствия оборудования решаемым задачам.

Состав производственных мощностей определяется:

- используемыми технологиями;
- имеющимся и плановым ассортиментом товара и услуг;
- квалификацией персонала.

Телекоммуникационное оборудование разделяют на группы:

- абонентское (коаксиальные и оптические кабели и разъемы, патчкорды, витые пары, оптоволоконное оборудование, распределители, коммутаторы, роутеры маршрутизаторы, сетевые адаптеры);
- системы спутниковой связи;
- активные сетевые установки;
- пассивные сетевые установки;

– системы коммутации (розетки, кабели, коннекторы, клипсы, гофры, каналы, коммутационные панели);

– вышки сотовой связи.

Телекоммуникационное оборудование – синоним сетевого оборудования.

Состав производственных мощностей, состав кооперационных связей зависят от предполагаемой производственной программы. Производственные мощности должны обеспечить выполнение ожидаемой производственной программы с лучшими результатами.

Проблема заключается в том, что состав оказываемых услуг и выполняемых работ меняется во времени, возможны ошибки при прогнозировании. Может изменяться масштаб и ассортимент, появляться новые виды услуг. В результате подобранный состав оборудования и технологий может не соответствовать составу выполняемых работ.

Сформулируем задачу. Требуется выбрать вариант структуры производственных мощностей, каждый из которых характеризуется номером i и размером инвестиций V_i . Ожидаемые варианты производственной программы обозначим номером j . Сочетание i -го варианта производственных мощностей и j -го варианта производственной программы характеризуется прибылью $r_{ij}(t)$ в год t .

Вероятность реализации j -го варианта производственной программы обозначим p_j .

Возможные риски вызваны:

– разнообразием ожидаемого состава заказываемой продукции и услуг;

– колебанием масштаба производственной программы;

– долговременностью применения оборудования и ожиданием его замены.

Интегральная оценка выбора варианта (по i) предпочтительного состава инвестиций:

1) максимум математического ожидания суммарной интегральной прибыли за интервал планирования:

$$\max_i J_i^1 = \max_i \sum_t \sum_j p_j r_{ij}(t);$$

2) максимум интегральной прибыли за интервал планирования при реализации наименее предпочтительного варианта

производственной программы для каждого из вариантов производственной мощности (пессимистические ожидания):

$$\max_i J_i^2 = \max_i (\min_j \sum_t p_j r_{ij}(t));$$

3) максимум интегральной прибыли за интервал планирования при реализации самого предпочтительного варианта производственной программы для каждого из вариантов производственной мощности (оптимистические ожидания):

$$\max_i J_i^3 = \max_i (\max_j \sum_t p_j r_{ij}(t)).$$

Сопоставляя варианты организации производства, следует отметить:

- реконфигурируемость – вариант организации производственных мощностей, ориентированный на несколько лет;
- быстро реагирующее производство – вариант целевой ориентации при выполнении конкретных заказов;
- умное производство – вариант построения системы управления.

С позиции эксперта выбор конкретного варианта производственных мощностей опирается на комплексный показатель

$$\max_i \sum_k a_k J_i^k,$$

где a_k – экспертная оценка значимости k -го показателя.

2.5. Эффективность перехода на следующий уровень стандарта телекоммуникаций

Современный мир невозможен без телекоммуникационных технологий, которые стирают государственные границы и расстояние между людьми, делают доступной мобильную и видеосвязь и позволяют решать множество задач в сфере управления, образования, коммерции. Расширение информационных сетей позволяет все большему количеству людей общаться и быстро передавать информацию.

Сегодня сложно представить нашу жизнь без сотовой связи. Телекоммуникационные технологии способствуют заметному росту глобальной электронной торговли, улучшению качества жизни, здравоохранения, возможности оказания помощи в чрезвычайных

ситуациях. С внедрением информационных технологий наша жизнь действительно стала более комфортной³⁹. Внедрение пятого поколения сотовых сетей позволит полноценно и более эффективно использовать технологии для умного дома и интернета вещей, сделают умным транспорт. Примеры дистанционного управления автомобилями, проведение сложных медицинских исследований посредством сетей сотовой связи пятого поколения уже демонстрируются и находят применение в реальной жизни, повышают доступность обмена информацией, помогают информировать граждан быстрее и эффективнее.

В докладе, подготовленном Европейской комиссией, глобальная сетевая экономика определяется как «среда, в которой любая компания или индивид, находящиеся в любой точке экономической системы, могут контактировать легко и с минимальными затратами с любой другой компанией или индивидом по поводу совместной работы, для торговли, для обмена идеями и ноу-хау или просто для удовольствия»⁴⁰.

Ричард Крэндалл с соавторами (Crandalletal., 2007) описали влияние широкополосного доступа в Интернет на показатели экономического роста в США, которое, по их мнению, также обусловило появление новых рабочих мест. По данным, представленным в их расчетах, распространение телекоммуникаций на один процент повлекло к увеличению занятости населения на одну десятую долю процента⁴¹:

³⁹ Шпицберг А. И. Влияние информационных технологий на деятельность современного общества / А. И. Шпицберг // Молодой ученый. – 2014. – № 6.2 (65.2). – С. 81–83 [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/65/10857/> (дата обращения: 03.06.2023).

⁴⁰ Status Report on European Telework: Telework 1997 // European Commission Report, 1997 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.eto.org.uk/twork/tw97e-to/> (дата обращения: 03.06.2023).

⁴¹ Галимов И. Р. Влияние телекоммуникаций на экономическое развитие регионов в западной и восточной части России / И. Р. Галимов // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2021. – № 11-2. – С. 165–171 [Электронный ресурс]. URL: <https://vael.ru/ru/article/view?id=1931> (дата обращения: 03.06.2023).

$$\Delta Z = 0,1 \Delta W,$$

где ΔZ – повышение занятости; ΔW – прирост распространения телекоммуникаций.

Джек Нийлл провел ряд сравнительных обследований онлайн и офлайн служащих⁴². Полученные результаты подтвердили эффективность онлайн-работы (производительность труда и качество работы не снижались, а зачастую оказывались выше, чем при традиционной офисной организации) и снижение транспортных и энергетических затрат (меньше использовался автомобиль для поездок на работу, сокращались затраты на офисное пространство и потребление электроэнергии). Кроме того, рабочие онлайн лучше справлялись с проблемами сочетания работы, личной и семейной жизни. Индивиду онлайн-работа может дать: уменьшение времени и затрат на транспорт, улучшенные возможности для работы, лучший баланс между семьей и работой, участие в общественной жизни (при обычной жизни много времени тратится на дорогу, его не хватает на местные общества и комитеты, особенно для людей, живущих в сельской местности), сохранение навыков (можно не оставлять работу, когда нужно ухаживать за ребенком или близкими, быть вовлеченным в работу фирмы и сохранять навыки и квалификацию), гибкий график работы (свобода начинать и заканчивать работу с наилучшими условиями для продуктивной работы).

Стратегия развития компании ориентирована на максимальную эффективность инвестиций и проектов, расширение услуг и качество, удовлетворение ожиданий и расширение состава клиентов, развитие новых направлений, поиск уникальных продуктов.

Запуск технологии 4G от Ростелекома состоялся в 2014 г. Она позволила увеличить пиковые скорости обмена данными с пропускной способностью до 60 Мбит/с к клиенту и 30 Мбит/с к серверу.

Следующим шагом стала технология LTE Advanced: пропускная способность канала – до 1 Гбит/с; средние показатели скорости – до 100 Мбит/с.

⁴² Шарков Ф. И. Интерактивные электронные телекоммуникации : учеб. пособие / Ф. И. Шарков. – М. : Дашков и К, 2015.

Необходимость перехода к технологии 5G обусловлена постоянным ростом трафика и объема данных, передаваемого через мобильные сети операторов связи. Она станет опорой для программ: «Интернет вещей», «Умный дом» и «Умный город», «Беспилотные автомобили». Для обычного пользователя приход к технологии 5G будет означать в разы возросшую скорость мобильного Интернета, отсутствие простоя в мобильной сети, более мощное территориальное покрытие.

Сети 5G — это не только технологический прорыв для телекоммуникационной среды, но и стимул социально-экономического роста и преобразования традиционных отраслей экономики⁴³.

Мировой опыт применения сетей 5G позволяет выделить следующие инновационные проекты:

- комплексные отраслевые и региональные проекты с широким спектром услуг и сервисов (умный город, умная энергетика, умный порт и др.);
- услуги в туристическом бизнесе (безопасный город);
- управление воздушным трафиком при значительном росте числа беспилотных аппаратов (использование дронов для обеспечения общественной безопасности, взаимодействие беспилотников);
- применение новых услуг и сервисов в области здравоохранения;
- использование искусственного интеллекта в промышленности, транспорте и энергетике;
- цифровые «двойники» на производстве;
- дистанционное управление промышленной робототехникой на основе машинного зрения;
- бортовые системы транспортных средств для оптимизации совместной стратегии движения.

Одновременно в самой телекоммуникационной компании технические особенности технологии 5G:

- позволяют использовать меньше электроэнергии;

⁴³ Как создать благоприятные условия для развития 5G в России: комплексное исследование «Ростелекома» // Коммерсант. — 21.19.2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/> (дата обращения: 12.04.2023).

- уменьшают излучение от базовых станций;
 - работают в диапазоне радиодоступа более чем 5 ГГц;
 - увеличивают емкость базовой станции и территориальных сот.
- Экономически это проявляется через:
- снижение затрат на единицу телекоммуникационной услуги;
 - появление новых видов услуг, новых типов оборудования.

Интегрально переход по ступеням технологии развития телекоммуникационных услуг ведет к повышению качества жизни, повышению занятости, росту эффективности труда.

В июне 2024 г. генеральный директор Nokia Пекка Лундмарк совершил телефонный звонок, используя новую технологию под названием «иммерсивное аудио и видео» (Immersive Voice and Audio Services – IVAS)⁴⁴. Она улучшает качество разговора за счет трехмерного звука и делает взаимодействие между собеседниками более реалистичным. Современные звонки на смартфонах монофонические. Новая технология обеспечит 3D-звук, при котором звонящий будет слышать все так, как если бы он был рядом с другим человеком. «Это самый большой шаг вперед в области голосовых вызовов в режиме реального времени с момента появления монофонического телефонного звука, используемого сегодня в смартфонах и ПК»⁴⁵.

Nokia совершила звонок с помощью обычного смартфона через общедоступную сеть 5G. Подавляющее большинство смартфонов имеют как минимум два микрофона. Этого достаточно для реализации IVAS и передачи в реальном времени пространственных характеристик звонка.

Помимо звонков между людьми, новую технологию можно использовать в конференц-связях, чтобы разделить голоса участников в зависимости от их пространственного местоположения.

⁴⁴ Nokia CEO makes world's first 'immersive' phone call // Reuters. – 2024. – June 10.

⁴⁵ Углова Ю. Совершен первый в мире «иммерсивный» телефонный звонок. hi-tech / Ю. Углова [Электронный ресурс]. URL: <https://hi-tech.mail.ru/news/110978> (дата обращения: 15.08.2024).

Анализ работы сетей 5G в КНР в 2024 г. показал следующие экономические результаты⁴⁶:

- широкое использование в таких ключевых отраслях страны, как горнодобывающая промышленность, электроэнергетика и здравоохранение, и постепенное проникновение из периферийных звеньев в основные, такие как НИОКР;

- стимулирование роста общего объема экономического производства в Китае на сумму около 5,6 трлн юаней (около 787,53 млрд долларов) за последние пять лет;

- косвенное способствование росту экономического производства на 14 трлн юаней;

- установление почти 3,75 млн базовых станций 5G, или около 26 базовых станций на каждые 10 тыс. чел.;

- вклад 5G в ВВП КНР достигнет почти 260 млрд долларов в 2030 г., что составляет 23 % от общего годового экономического эффекта мобильной связи в стране;

- в Шанхае начала работу в экспериментальном режиме первая в мире дорога для беспилотных автомобилей, которая покрывается мобильным Интернетом стандарта 5G-A.

В мае 2024 г. группа 3GPP, которая объединяет телекоммуникационные компании и организации по всему миру, включая Samsung, Qualcomm, Apple, Ericsson, Nokia и Huawei, приступила к разработке стандартов 6G и в сентябре собирается утвердить результаты. Техническая работа планируется в 2025 г.

Сети 6G смогут воспринимать окружающую среду и превращать сеть в «шестое чувство». Энергопотребление гаджетов сведется к минимуму, что устранил ограничения, связанные с заменой и зарядкой аккумуляторов. Сети 6G переходят на другой уровень защиты, используя квантовое распределение ключей и гомоморфное шифрование.

⁴⁶ В Китае заявили о большом вкладе 5G в развитие страны // TelecomDaily. – 10.07.2024 [Электронный ресурс]. URL: <http://telecomdaily.ru> (дата обращения: 15.08.2024).

Возможности технологий 6G влекут следующие изменения в повседневной жизни⁴⁷:

- телефоны можно будет использовать вместо ключей и денег;
- голос или движение заменят набор текста;
- расширится применение голографической связи, высокоточной мобильной AR/VR-съемки, искусственного интеллекта;
- имплантированные датчики, телехирургия и носимые устройства преобразуют здравоохранение;
- голограммы упростят посещение онлайн-конференций;
- через спутники 6G сможет достичь удаленных мест, где нет доступа в Интернет;
- упростится взаимодействие с роботами, устройствами интернета вещей и носимой электроникой;
- технология будет интегрирована с искусственным интеллектом для управления сетью, обработки данных и принятия решений;
- роботы и дроны могут выполнять опасную работу вместо людей;
- образование приобретет более широкий охват и станет более иммерсивным;
- определение местоположения устройств может улучшить идентификацию пользователей и снизить уровень мошенничества;
- интеллектуальные сельскохозяйственные культуры смогут контролировать воду, следить за домашним скотом и обеспечивать точное использование пестицидов;
- умные сети 6G будут оптимизировать распределение энергии.

2.6. Технико-экономическая оценка спутниковых систем прямой связи

В настоящее время имеется два основных способа связи: наземная система сотовой связи и спутниковая сотовая связь. Спутниковая связь является необходимым элементом связной и цифровой

⁴⁷ Лиханова Е. Все о 6G: какой будет связь будущего / Е. Лиханова // RB.RU. – 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://rb.ru/story/vsyo-o-6g> (дата обращения: 15.05.2024).

инфраструктуры России, так как 80 % территории России возможно обеспечить связью только при использовании спутниковой связи. Для арктической зоны этот показатель составляет 90 %.

При организации спутниковой инфраструктуры возможно использование нескольких вариантов ее построения. Они отличаются долей сочетания спутниковой и наземной инфраструктур:

1) совмещенная инфраструктура – сигналы со спутника направляются на станции сопряжения, связанные с сетями общего пользования (в настоящее время российская орбитальная группировка спутников связи и вещания обеспечивает предоставление следующих основных услуг на геостационарной орбите: телерадиовещание; обеспечение сети привязки удаленных базовых станций сотовой связи; обеспечение резервных каналов связи после чрезвычайных ситуаций; обеспечение корпоративных сетей; обеспечение магистральных каналов связи; широкополосный доступ в Интернет; телемедицина и дистанционное обучение; связь с подвижными объектами);

2) полностью самостоятельная спутниковая инфраструктура – сигнал со спутника идет на телефон сотовой связи (промежуточный ретранслятор системы связи размещается на искусственном спутнике Земли на низкой орбите);

3) дополненная инфраструктура – использование спутниковой части в регионах отсутствия наземной сети;

4) дублирование наземной инфраструктуры связи спутниковой инфраструктурой (совместное использование для повышения надежности);

5) дополнение спутниковой инфраструктуры наземной специальной сетью (метро, внутри зданий, строения под землей);

6) самостоятельная территориально-ориентированная телекоммуникационная спутниковая система, управляемая и ограниченная по территориальной зоне (возможность построения локальных территориальных систем).

Стратегически технология спутниковой связи находится на стадии активного развития, и на горизонте 10–20 лет будет происходить совершенствование ракетных средств запуска спутников, конструкции спутников, технологии сотовой спутниковой связи

с целью снижения ее стоимости. Это приведет к значительному расширению применения спутниковой связи и уменьшению масштаба использования оптоволоконных наземных сетей. Оптоволоконная инфраструктура достигла совершенства в своем развитии, и в настоящее время происходит разработка технологий передачи информации с целью повышения ее пропускной способности. Этот вариант (пока) предпочтительнее по скорости и объему передачи информации.

В октябре 2023 г. «Роскосмос» заявил о начале реализации программы по прямому подключению телефонов к спутникам (аналог программ американской SpaceX и немецкой T-Mobile). В основе будет группировка спутников «Беркут-С» на низкой орбите (2 тыс. км), при численности нескольких сотен спутников.

При выборе стратегии развития инфраструктуры сотовой связи с учетом региональных особенностей и назначения связи возникла новая задача – определить техническую основу инфраструктуры, опираясь на сеть базовых станций или на группировку спутников.

Учитывая, что это стратегический выбор, «Роскосмос» должен учитывать развитие технической базы, прогноз внешних условий и экономический анализ на долгосрочный период.

В середине 2022 г. произошли два ключевых для развития сотовой спутниковой связи события:

- глобальное партнерство «Консорциум 3GPP», которое занимается разработкой стандартов мобильных систем связи и сетевых технологий, выпустило новую версию технологии 5G, в которой впервые фигурирует спутниковая связь;

- Илон Маск объявил о создании группировки спутников Starlink V2, которые будут обладать достаточной мощностью, чтобы уловить слабый сигнал мобильного телефона напрямую, без сотовых вышек.

Смартфоны Apple и некоторых других компаний последнего поколения уже поддерживают спутниковую связь.

В апреле 2023 г. AST SpaceMobile осуществил свой первый телефонный звонок «через космос» в диапазоне частот 2G AT&T. Позже был передан сигнал через спутник в спектре 4G LTE,

который удалось уловить обычному телефону. При этом оператор сообщил о скорости загрузки данных 10 Мбит/с. В сентябре AST SpaceMobile превзошел этот рекорд, достигнув в отдельном тесте скорости загрузки около 14 Мбит/с (Абель Авеллан, гендиректор AST SpaceMobile).

В сентябре 2023 г. компания спутниковой связи AST SpaceMobile, поддерживаемая американским сотовым оператором AT&T, выполнила звонок через спутник, используя диапазон частот AT&T 5G. Это было первое в истории 5G-соединение между спутником в космосе и обычным смартфоном, который в норме не поддерживает спутниковую связь (The Verge).

Тестовый звонок был совершен 8 сентября с помощью смартфона Galaxy S22 из зоны беспроводной связи на острове Мауи (Гавайи) пользователю в Мадриде (Испания). Сотовый сигнал был доставлен через принадлежащий AST SpaceMobile низкоорбитальный испытательный спутник BlueWalker 3 (BW3) с использованием спектра 5G оператора AT&T. Операторы Vodafone и AT&T, а также компания Nokia подтвердили совершенный звонок.

AST SpaceMobile планирует запустить пять коммерческих спутников BlueBird в первом квартале 2024 г. Конкурент AT&T, американский оператор Verizon, тоже намерен добавить спутниковую связь в перечень своих услуг благодаря сотрудничеству с провайдером Amazon Project Kuiper. Компания T-Mobile выбрала в партнеры SpaceX, спутниковая группировка которой превышает 4 тыс. космических аппаратов Starlink.

Выделим основные факторы сравнения спутниковой и наземной сотовой связи:

- доступность – проводная связь может ограничиваться географическими препятствиями, спутниковая связь может быть использована в любом месте на Земле;
- стабильность – проводная связь более стабильна, спутниковая связь может быть подвержена погодным условиям;
- стоимость – проводная связь пока дешевле, но это может измениться при техническом развитии;

– большое покрытие – спутниковый Интернет можно использовать в любом месте, где доступна видимость спутников;

– скорость передачи данных – оптоволоконная связь имеет более высокую скорость передачи данных;

– задержка сигнала – в связи с большим расстоянием время на передачу данных между спутником и пользователем увеличивается;

– зависимость от препятствий – наличие высоких зданий, деревьев или других препятствий может повлиять на качество сигнала со спутника.

Во множестве проектов спутниковых сетей используется четыре типа спутников – геостационарные, высокоорбитальные, среднеорбитальные и низкоорбитальные. Первые размещаются на геостационарных орбитах (40 тыс. км), высокоорбитальные – на высоте 20–35 тыс. км, третьи – на средних (от 5 до 20 тыс. км), а последние – на низких орбитах (от 500 до 2000 км). Чем дальше расположен спутник от поверхности Земли, тем большую зону обслуживания он имеет. Однако чем дальше находится спутник, тем больше проблем возникает с качеством сигнала, потребностью в более дорогой и более габаритной аппаратуре. Кроме того, следует учесть, что на низкой орбите спутник быстрее проходит наземный сектор видимости и имеет более узкую наземную полосу связи. Это ведет к потребности в большем числе спутников на орбите (чтобы не было паузы в связи).

На низкой орбите спутник меньше времени находится в зоне видимости, спутников необходимо больше, и время удержания орбиты у них меньше. На геостационарной орбите спутник находится многие годы, но технически он значительно больше, массивнее и дороже. На достаточно высокой орбите спутник «видит» около одной трети поверхности Земли. От спутника на геостационарной орбите происходит сильное затухание и значимая задержка (около 0,25 с) сигнала при движении к Земле, следовательно, повышаются требования к чувствительности приемника и выходной мощности передатчика.

Если прогресс в космической технологии приведет к радикальному снижению цены запуска спутников (например, носитель

сможет выводить за один запуск по несколько десятков спутников), будут освоены низкоорбитальные спутники (300–600 км) и применены многоразовые ракеты, то спутниковая связь станет основной инфраструктурой. Перспективное направление ее развития – переход в более высокочастотные диапазоны, 20–50 ГГц.

В связи с высокой стоимостью космических программ основным источником их начальных инвестиций становится государственное финансирование. В настоящее время российские проекты по построению спутниковой инфраструктуры связи объединены в федеральную программу «Космическая деятельность России»:

- проект «Сфера» – направлен на создание широкой номенклатуры космических аппаратов, предназначенных для дистанционного зондирования Земли, обеспечения связи, мониторинга территории, широкополосного доступа и IoT. К 2030 г. группировка спутников должна включать 430 шт.;

- проект «Ситроникс» – планируется запустить спутниковую группировку из 157 космических аппаратов до 2025 г. Спутники будут выполнять задачи в области дистанционного зондирования Земли, навигации судов, интернета вещей и мониторинга пожаров. Инфраструктура космической группировки будет состоять из наземных станций спутниковой связи и дата-центров, соединенных скоростными каналами связи (это пример совместного использования наземной и спутниковой инфраструктуры);

- проект «Бюро 1440» – планируется довести группировку до 900 спутников к 2035 г. (количество спутников для минимально необходимой группировки оценивается в 292 с учетом резервирования). Проект предусматривает передачу данных со спутника непосредственно на конечное устройство сотовой связи без использования дополнительных наземных абонентских терминалов. Предполагается обеспечить возможность передачи данных с низким уровнем задержки (от 20 мс) и высокой скоростью – до 1 Гбит/с. В 2024 г. выполняют задачи шесть низкоорбитальных космических аппаратов «Рассвет-1» и «Рассвет-2» компании «Бюро 1440». Экономические оценки проекта: инвестиции 5–9 млрд руб., окупаемость 4–5 лет.;

– спутниковая система «Экспресс» – на геостационарную орбиту до 2030 г. ФГУП «Космическая связь» запустит 10 спутников «Экспресс» (количество потенциальных пользователей системы 160–170 млн чел.). Космический аппарат для высокоорбитальной орбиты «Экспресс-РВ» обеспечит спутниковую связь и доступ в Интернет на всей территории России, включая арктическую зону, обеспечение президентской, правительственной и специальной подвижной связи, развертывание цифрового непосредственного спутникового радиовещания, организация сетей широкополосного доступа на подвижных платформах, развитие корпоративных и ведомственных сетей, магистральных каналов спутниковой связи, а также расширение резервных каналов при ЧС и возможностей системы КОСПАС-SARSAT;

– проект «Марафон-IoT» предусматривает создание многофункционального космического аппарата для низкой орбиты, задача которого – передача коротких сообщений в интересах автоматических устройств, которые формируют датчиковую информацию для контроля состояния объектов, перемещения грузов, транспорта и т. д. Данную систему предполагается строить на серии открытых стандартов LoRaLPWAN, любая страна-участница сможет интегрироваться в «Марафон-IoT». Проект включает запуск 264 космических аппарата в 12 орбитальных плоскостях на орбите около 750 км. Масса одного спутника до 50 кг.

Использование гибридной сети должно привести к снижению времени передачи сообщений и повышению надежности их передачи в неблагоприятных условиях, как сказано на сайте Единого депозитария результатов интеллектуальной деятельности.

17 мая 2024 г. в рамках проекта «Рассвет-2» запущены высокотехнологические спутники для низкой орбиты с оборудованием 5G. Впервые в истории российской космической индустрии аппараты используют стандарт 5G NTN для связи с абонентами. Этот проект ориентирован на создание широкополосной спутниковой связи, которая сможет покрыть быстрым Интернетом всю страну, начав работу в 2027 г.

В 2022 г. консорциум 3GPP стандартизировал использование спутникового сегмента для сотовой связи NTN (Non-Terrestrial networks). Предполагается, что в период 2028–2032 гг. будет создан стандарт для универсальной единой наземно-воздушно-космической мобильной сети 5GA/6G в проводном и беспроводном сегментах.

Создание и модернизация спутниковых группировок связи и вещания, в том числе для внедрения технологий гибридных сетей связи, были названы одной из ключевых целей в Проекте стратегии развития российской отрасли связи до 2035 г.

При экономической оценке спутниковой связи следует учесть следующие факторы: r – цена спутника; m – число спутников на орбите (зависит от высоты орбиты); R – цена запуска спутника (зависит от расходов на запуск ракетоносителя, числа одновременно запускаемых спутников, повышаются экспоненциально по мере роста массы спутника); h – срок службы спутников (зависит от высоты орбиты, долговременности оборудования спутника); q – число радиочастотных стволов на спутнике (различные установки и антенны, используемые для научных и коммерческих целей, до 50. Числом стволов, их полосой пропускания определяется пропускная способность, т. е. число организуемых через спутник каналов – телефонных и телевизионных); w – пропускная способность каждого ствола; p – затраты на управление находящегося на орбите спутника; n – число пользователей (зависит от q и w); t_i – время использования связи пользователем; c_i – цена времени доступа для пользователя.

Общие расходы на инфраструктуру спутниковой связи составят

$$F = (r m + R) / h + p.$$

Основных потребителей услуг спутниковой связи в России можно разделить на четыре сектора: телекоммуникационный (B2O – провайдеры спутникового Интернета, пользователи IoT), корпоративный (B2B, B2G – государственные и муниципальные учреждения, крупные предприятия с разветвленной сетью филиалов, средний и малый региональный бизнес), мультимедийный (B2B, телерадиокомпании, СМИ), частные пользователи (B2C).

Цена запуска ракеты – ключевой фактор. В 2014 г. цена запуска ракеты «Протон» составила 115 млн долл. SpaceX установила

фиксированную цену за использование ракеты-носителя Falcon 9 62,5 млн долл. Аренда спутника с пропускной способностью 36 МГц будет стоить более 1,5 млн долл. в год. С повышением массы спутника увеличиваются удельные расходы на разработку и запуск:

Тип	Масса, т	Затраты, млн долл	Затраты, млн долл/т
Нано	0,001–0,01	0,4–2	4–10
Микро	0,1–0,5	4–8	8–16
Малые	0,5–1	15–40	30–40
Средние	1–2	55–100	55–50
Более	2	более 150	более 75

Интегрально можно отметить, что затраты на разработку малого спутника будут составлять около 10 млн долл. Столько же будет стоить его вывод на орбиту (примерно 10–15 тыс. долл. за кг). Важно оценивать тенденцию изменения затрат на запуск спутников.

В 1990 г. запуск на орбиту 1 кг требовал 18,5 тыс. долл., в 2020 г. затраты составляли 2,8 тыс. долл. Падение почти в 10 раз. Развитие ракетной техники и дальше будет сопровождаться снижением этих затрат⁴⁸.

Общие доходы от использования спутниковой связи составят

$$\Pi = \sum_{i=1}^n t_i c_i,$$

где c_i – цена единицы связи; t_i – среднее время связи.

Доходы компании, обеспечивающей спутниковую связь, составят

$$\Phi = \Pi - F.$$

Управленческие решения, направленные на повышение эффективности создания спутниковой инфраструктуры связи:

- развитие частной космонавтики;
- использование государственных субсидий;
- оптимизация орбиты;
- повышение эффективности оборудования спутника.

⁴⁸ *Хвостик Е.* Интернету с орбиты и сетям 5G дали путевку на следующий год / Е. Хвостик // Коммерсант. Hi-Tech. Аналитика. – 11.12.2019 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/> (дата обращения: 15.05.2024).

3. ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ СЕТИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ (ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ)

Оптимизация сети телекоммуникационных станций – это совокупность взаимосвязанных последовательно решаемых управленческих задач. Основные из них:

- оптимизация размещения базовых станций на территории региона;
- выбор места для каждой сотовой станции;
- оптимизация топологии сети.

При решении этих задач необходимо учитывать технические показатели: объем трафика, распространение сигнала, высоту и расположение антенн, мощность передатчика и др., а также принимать решения, опираясь на экономические оценки: инвестиционные вложения, затраты по обслуживанию сети, сумму оказываемых услуг и др.

3.1. Оптимизация сети базовых станций

Базовая станция применительно к сотовой связи – это комплекс радиопередающей аппаратуры (ретрансляторы, приемопередатчики), осуществляющий связь с конечным абонентским устройством – сотовым телефоном. Одна базовая станция обычно способна поддерживать множество передатчиков, а каждый передатчик способен одновременно поддерживать связь с множеством абонентов.

Постановка задачи выглядит следующим образом: на заданной территории необходимо определить места установки базовых

станций, обеспечив предоставление каждой точке максимальное качество услуг пользователю. Следует согласовать возможности станций на территории и максимальное привлечение пользователей через оценку качества сигнала.

Поскольку радиус работы станций сотовой связи составляет порядка 10–12 км на территории пригорода и около 3–5 км на территории города, их строят много и располагают относительно недалеко друг от друга.

Полностью автономные и автоматизированные базовые станции представляют собой небольшие контейнеры, которые устанавливаются, как правило, на крыше зданий и специальных вышках. В обязательном порядке имеется беспроводной или кабельный канал связи с центром управления сетью, куда передается огромный поток данных – входящие и исходящие вызовы от абонентов⁴⁹.

Соединение базовых станций реализуется через магистральные сети.

1. Уровень «ядра» – состоит из узлов МТУ (магистральный транзитный узел), в состав которых входят маршрутизаторы ядра CR (Core Router) и отражатели маршрутов RR (Route Reflector). Магистральные узлы соединены агрегированными каналами с высокой пропускной способностью (100 G и выше). Основной задачей узлов уровня ядра является агрегирование трафика региональных узлов (РУ), находящихся на региональном уровне, и коммутация транзитного трафика между РУ по высокоскоростной магистрали.

2. Региональный уровень – состоит из маршрутизаторов, расположенных на региональных узлах и подключенных непосредственно к CR. Исторически эти маршрутизаторы носят название RGR (Regional Gateway Router). Маршрутизаторы регионального уровня предназначены для оказания услуг абонентам В2О и агрегации каналов от устройств сервисного уровня.

⁴⁹ Букин М. Основа сотовой сети – как строят базовые станции / М. Букин // Вечерний 3DNEWS [Электронный ресурс]. URL: <https://intellect.icu/rekomendatsii-po-setevomu-planirovaniyu-i-optimizatsii-seti-sotovoj-svyazi-standarta-gsm-7652?ysclid=lh64hzwruck211213520> (дата обращения: 20.05.2024).

3. Сервисный уровень – на данном уровне располагаются сервисные маршрутизаторы BPE, GPE, BRAS, оказывающие услуги для абонентов сегментов B2B, B2O и B2C. Устройства сервисной границы находятся на тех же площадках, что и RGR регионального уровня, некоторые из которых выполняют двойную функцию.

Региональная система передачи данных обеспечивает транзит абонентского трафика от точки подключения абонента (сети доступа) до оборудования Сервисного уровня MC РТК.

Региональная система передачи данных зачастую строится с использованием L2 коммутации (на коммутаторах Ethernet) либо с использованием технологии MPLS и организацией доставки трафика с помощью MPLS L2/L3 VPN. Оборудование региональной системы передачи данных условно делится на несколько подуровней в зависимости от общей производительности и количества агрегируемых подключений:

- коммутаторы/маршрутизаторы региональной системы передачи данных, установленные на Центре управления (агрегируют подключения от КА/АР региональной системы передачи данных, обеспечивают подключение региональной системы передачи данных к сервисной границе MC РТК);

- коммутаторы/маршрутизаторы региональной системы передачи данных, установленные на Удаленном администраторе (агрегируют подключения от КПА и оборудования сети доступа, аплинки подключаются к КА ЦУ/DR);

- коммутаторы региональной системы передачи данных, установленные на Удаленном администраторе (агрегируют подключения от оборудования сети доступа, аплинки подключаются к КА/АР. На доступе используются технологии: GPON, FTTB, ADSL, DOCSIS).

Повышение технического уровня коммутаторов ведет к уменьшению их числа (узлов) в сетях. В настоящее время используют один коммутатор на федеральный субъект РФ.

Первоначально система мобильной связи была построена на использовании мощного передатчика, радиус действия которого составлял 50 км. Его располагали на самой высокой точке.

Но такой тип построения сети оказался неэффективным, так как при выходе из строя датчика без связи остаются все абоненты, находящиеся в зоне покрытия. Поэтому стали использовать несколько менее мощные передатчики, размещенные по всей площади покрытия.

В связи с переходом на технологию 5G потребовалось актуализировать схему размещения базовых станций. Ряд организаций занимались и занимаются разработкой алгоритмов ее решения. Наиболее комплексно, например, выполнена разработка математической модели размещения базовых станций коллективом⁵⁰ математиков Научного центра прикладного вероятностного анализа РУДН. Их модель позволяет рассмотреть варианты размещения, используя разные технологии виртуальных сетей, многоуровневые сетевые структуры, вероятностное распределение пользователей по территории. При выборе вариантов размещения станций параметры качества сети рассматриваются как задаваемые (регламентированные), а число потребных станций минимизируется. Выбирается плотность расположения базовых станций по территории (как показатель оптимизации) при необходимых характеристиках сети.

Задача оптимизации сети базовых станций – это соединение технической и экономической задач. Если специалисты технического профиля достаточно детально рассмотрели эту задачу с позиции прохождения сигнала по территории, то экономическому аспекту решения этой задачи уделяется недостаточно внимания.

Задача оптимизации сети базовых станций направлена на выбор места расположения станций на территории города, района. При ее решении необходимо учитывать множество технических факторов и условий, но целью решения задачи является экономический показатель, учитывающий необходимые затраты, обеспечение качества телекоммуникационных услуг и увеличение числа привлекаемых пользователей.

⁵⁰ Математики рассчитали, сколько нужно вышек 5G // Computer Communications. Бит.ОнЛайн. – 11.08.2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://bitconnect.ru/blog> (дата обращения: 18.06.2024).

Близость базовой станции к конкретному пользователю обеспечивает необходимую мощность сигнала связи.

Существующие противоречия:

- сеть должна быть качественной и иметь широкое покрытие (иметь вышек сотовой связи больше);

- сеть не должна быть избыточной, так как это повышает ее стоимость (иметь вышек сотовой связи меньше).

Дальность приема одной станции (при открытом пространстве) зависит от высоты антенны (до 50 м) и чувствительности приемника и может составлять до 35 км. Такая вышка сотовой связи полностью покрывает значительный район, однако на практике оператор устанавливает несколько вышек, стремясь повысить качество связи, рассматривая данный момент как элемент борьбы с конкурентами. Потребитель пойдет к телекоммуникационной компании, у которой лучше качество сигнала и большая площадь покрытия, так как ценовые и ассортиментные показатели у телекоммуникационных компаний выровнены.

От количества вышек в активе каждого оператора зависит пользовательское качество, реализуемое через качество покрытия, скорость передачи данных и мобильного Интернета.

Выделим основные учитываемые составляющие оценки сети в регионе:

1) *экономические*:

- стоимость оборудования сети;

- затраты на обслуживание сети;

- число пользователей;

- полученная выручка за предоставленные услуги;

2) *технические*:

- число вышек сотовой связи;

- длина оптоволоконных каналов связи;

- емкость сети (среднее времени разговоров, время передач коротких сообщений и др.);

- наличие высокоскоростной оптической связи;

3) *пользовательские (основные KPI)*:

- относительное число успешных вызовов;

- относительное число срывов соединений;
- относительное число удачных хэндоверов;
- качество вызовов;
- время установления вызова⁵¹.

Способ эффективного планирования сетей радиодоступа заключается в оптимизации координат расположения базовых станций с целью обеспечения требуемого уровня сигнала в каждой точке зоны покрытия сети.

Сформулируем математическую задачу. Рассмотрим некоторый ограниченный участок местности площадью P , в пределах которого могут находиться площадные (населенные пункты) или линейные (дороги) объекты. Необходимо с минимальными издержками расставить ретрансляторы базовых станций в пределах этого участка местности, чтобы абоненты, находящиеся в населенных пунктах или передвигающиеся по дорогам, были обеспечены мобильной связью⁵².

Предлагаемая оценка вариантов решения задачи выбора числа и места расположения базовых станций — максимум оценки:

$$J = f(n)g - ns,$$

где n — число базовых станций; s — затраты на создание и эксплуатацию одной станции (в годовом исчислении), включая внутри-сетевые каналы связи; $f(n)$ — количество привлеченных клиентов; g — средняя годовая прибыль от одного привлеченного клиента.

Используемая функция $f(n)$ имеет две ступени: от числа станций зависит уровень предоставляемого сигнала, а от уровня сигнала, в свою очередь, зависит число привлекаемых пользователей.

⁵¹ Легков К. Е. Беспроводные сети нового поколения WiMax и LTE: анализ производительности при применении на транспорте / К. Е. Легков // Т-Сопн: Телекоммуникации и транспорт. — 2012. — Т. 6. — № 3. — С. 46–51; Легков К. Е. Анализ производительности беспроводных сетей нового поколения / К. Е. Легков // Мобильные телекоммуникации. — 2012. — № 5 (117). — С. 12–15.

⁵² Оптимизация зоны покрытия сети сотовой связи на основе математического программирования / И. А. Зикратов [и др.] // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. — 2015. — Т. 15. — № 2.

Введенная локальная оценка показывает предложенный методический подход, однако он должен быть расширен из-за учета надежности сети и мобильности пользователей.

1. Равномерное распределение базовых станций невозможно в условиях городской застройки ввиду архитектурных препятствий. Поэтому все операторы стараются:

- резервировать дополнительные мощности;
- создавать перекрывающиеся зоны для базовых станций.

Это условие должно учитываться при выборе варианта с числом базовых станций за счет отклонения от идеального в сторону повышения числа вышек сотовой связи, через задание степени перекрытия сигнала соседних вышек сотовой связи (10–50 %).

2. Важным экономическим аспектом является учет транспортных межрегиональных перемещений пользователя. Перемещаясь по территории мегаполиса, пользователь не должен попадать в зоны, где пропадает сигнал связи.

3. Аналогичная претензия пользователя имеет место в пригородах города, в других регионах страны, при международном перемещении.

Условия 2 и 3 учитываются через переход от локальной оценки к комплексной.

Комплексная оценка должна включать учет межрегиональных возможностей. Если компания обеспечивает устойчивое обслуживание на территории города, но не имеет станций в прилегающих регионах, то она проиграет в конкуренции. Поэтому экономический выигрыш на территории города должен частично компенсировать затраты телекоммуникационной компании в регионах с малой плотностью населения и временным присутствием пользователей.

Предлагаемая интегральная оценка управленческого решения по размещению вышек сотовой связи будет суммой локальных оценок по всем регионам (i – номер региона):

$$J = \sum_{i=1}^N (f_i(n_i, N) g_i - n_i s_i),$$

где N – число регионов РФ присутствия компании и количество роуминговых международных соглашений.

Имеется несколько алгоритмов выбора места расположения станций в районе, опирающихся на технические аспекты.

Алгоритм (методика)

Решение задачи выбора числа и места размещения базовых станций требует специального алгоритма.

Один из алгоритмов, оптимизирующих расположение базовых станций и одновременно являющийся типовым, включает следующие этапы:

0) задается интервал возможного числа пользователей и уровня сигнала сотовой связи;

1) формируется сетка на территории, узлы которой – потенциальные места расположения базовых станций;

2) сетка накладывается на цифровую карту местности;

3) выбирается вариант расположения станций;

4) определяется количество ячеек с недопустимо низким уровнем сигнала;

5) алгоритм возвращается на первый этап и повышается число станций сотовой связи;

6) после рассмотрения нескольких циклов этопов 1–5 выбирается лучший вариант, имеющий минимум числа ячеек с низким уровнем сигнала;

7) задается необходимое значение показателя «степень перекрытия»;

8) корректируется оптимальный вариант.

Этап алгоритма с номером 3 требует особого внимания, так как в его основе лежит специальный алгоритм расчета. Он опирается на чисто технические показатели, так как это один из вариантов с заданным числом станций.

Базовая станция имеет антенну с круговой диаграммой направленности, однако распространение радиоволн в условиях пересеченной (городской) местности имеет более сложный характер, чем распространение радиоволн в открытом пространстве. Это связано с эффектами затенения, отражения радиоволн от препятствий

и наложения отраженных волн. В результате получается сложная картина распределения силы поля.

Программный комплекс, построенный по этапам отмеченного алгоритма, позволяет определять оптимальные координаты размещения базовых станций, при которых обеспечивается максимально эффективное покрытие, т. е. минимальное количество «мертвых зон» (зон с неустойчивым покрытием).

При планировании сети радиодоступа основным принципом является сотовый принцип размещения базовых станций.

Существуют специальные программные комплексы, в которых используются цифровые карты местности, такие как RPLS (Radio PLanning System), RAPAN (Radio Planning & ANalysis) и др.

Программные комплексы используют цифровые карты местности, созданные в распространенных геоинформационных системах (ГИС), таких как Mapinfo, Arcinfo, Панорама и др. Для расчетов зон покрытия в этих программных комплексах используются эмпирические модели распространения радиоволн, например, такие как модель «Окамура-Хата», «Ли» и др.⁵³

Однако чисто технический подход к построению сети необходимо переориентировать на экономический выбор, что и обеспечивает обозначенный выше многоэтапный алгоритм выбора решения. В составе показателей критерия выбора учитываются:

- стоимость оборудования базовой станции;
- стоимость установки базовой станции;
- оценка числа потребителей (опирающаяся на уровень сигнала);
- масштаб имеющейся конкуренции в регионе;
- стоимость услуг в сети;
- затраты по обслуживанию сети.

Развивая эту оценку, введем показатель «уверенность в сохранении экономических условий в долгосрочном периоде»:

$$J = \sum_{t=1}^T (\sum_{i=1}^N (f_i(n_i, N) g_i - n_i s_i)) p(t),$$

где $p(t)$ – вероятность сохранения экономических условий в году t .

⁵³ Henry L. Bertoni. Radio Propagation for Modern Wireless Systems / H. Bertoni. – Prentice Hall. Professional Technical Reference, 1999. – ISBN 0130263737.

При детализации предлагаемой оценки управленческого решения J вводятся изменения во времени составляющих оценки:

$$J = \sum_{t=1}^T (\sum_{i=1}^N (f_i(n_i, N) g_i(t) - n_i s_i(t))) p(t).$$

Это аспект позволяет предусмотреть динамику внешних и внутренних условий. Показатель вероятности принят как показатель «уверенности в сохранении условий на ближайшие будущие временные интервалы».

Вывод. Базовые станции сотовой связи стараются располагать как можно чаще, особенно в городах, где абонентов больше всего. Критерий необходимости самой станции – улучшение покрытия (надо усилить сигнал).

Однако технический подход к решению задачи, как показано ранее, не позволяет в полной мере обосновать вариант сети. Требуется переход к экономической оценке. Это не просто затраты и прибыль. Одновременно – это и учет конкуренции в регионе. Массовый потребитель, выбирая оператора связи, учитывает качество и надежность связи во всех точках своего присутствия.

Это понимают конкурирующие операторы, поэтому они стремятся к наращиванию числа своих базовых станций в сравнении с конкурентами и опираются на экономическую оценку.

Понимая высокую затратность организации сотовой связи в регионах с малой плотностью населения, государством принят специфический закон об использовании базовых станций сотовой связи в таких регионах, которые вводят принцип общего использования базовых станций всеми операторами в местах с небольшой плотностью населения. Он облегчает экономику вхождения новых телекоммуникационных компаний в новые для себя регионы.

В связи со значительным числом базовых станций (200–400 тыс.) у телекоммуникационных компаний повышается трудоемкость их обслуживания. В связи с этим внедряются инновационные решения – применение беспилотных аппаратов, оснащенных элементами интеллектуального управления. Это позволяет обеспечить регулярный мониторинг состояния станции, ее оборудования, антенных опор. При развитии программного

обеспечения управленческой системы появится возможность контролировать состояние средних и мелких узлов, болтовых соединений, проверять антикоррозийное покрытие, вертикальность антенно-мачтового сооружения.

3.2. Выбор места для сотовой станции

Выбор места для сотовой станции в населенном пункте является управленческой задачей, в ходе решения которой учитывается множество факторов. Ранее рассмотренная задача позволила определить точки сети, в которых предпочтительнее разместить сотовые станции. Однако в конкретной точке приходится «отклоняться» от оптимальных координат из-за локальных условий. Необходимо учесть наличие здания и его функциональный профиль, окружающие здания, санитарные условия для электромагнитного излучения, наложение разных сигналов и др. Поэтому необходима разработка детализированной методики, выбор (уточнение) места размещения базовой станции сотовой связи.

Выбор места базовой станции происходит в два этапа:

- на первом проверяются технические (необходимые для стро-гого выполнения) условия;
- на втором делается экономическая оценка возможных вариантов.

Технические ограничения

Подходящие объекты для размещения базовой станции: дома, учреждения, офисные и торговые центры, трубы котельных, столбы двойного назначения. Ограничениями при размещении базовой станции оказываются:

- запрет на изменение внешнего вида здания;
- отсутствие разрешения аренды для сотовой вышки по уставу предприятия;
- отсутствие разрешения владельца объекта (например, для установки оборудования над жилым домом необходимо письменное согласие жильцов, не менее 66 %);

- недостаток места под установку аккумуляторных батарей;
- невозможность связи с ядром сети, к которому надо организовать транспортный канал (если это одиночная станция, то рассматривают радиорелейный пролет в прямой видимости до другой станции, если такой видимости нет, то рассматривают возможность прокладки оптического канала. Если в выбранном месте невозможно за ограниченное время проложить оптоволоконную линию или нет прямой видимости с другой станцией для РРЛ-пролета, то такой объект не будет рассматриваться для размещения сотовой станции);

- наличие близко расположенных зданий, попадающих в зону покрытия станции (выбирают здания, из которых открывается вид в разные стороны).

При определении расстояния от вышки сотовой связи учитывают:

- основное излучение направлено практически параллельно земле, под углом 3° .

- устанавливать антенны на крыше домов можно в порядке исключения в городских многоэтажных районах;

- стекло уменьшает силу излучения в 2,5 раза, бетонная стена – в 30 раз;

- измеряя расстояние от жилого дома до вышки сотовой связи, следует помнить и о кабелях, которые прокладывают по стенам или шахтам лифта, выводя оборудование на крышу. Излучаемые ими магнитные поля могут оказывать отрицательное влияние на близко располагаемые электронные приборы и датчики.

Действующие условия СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 («Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи») и СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 («Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств передающих радиотехнических объектов») регламентируют:

- расстояние внутри санитарных зон между опорами сотовой связи величиной 75–110 м друг от друга;

- минимальное безопасное расстояние от дома до сотовой вышки (должно быть более 28 м, если установленная на вышке или

малоэтажном здании антенна смотрит прямо на многоквартирный дом);

– высоту (1,5–5 м) от поверхности крыши;

– санитарную зону на крыше и чердаке (от 10 м).

Уровни электромагнитного поля не должны превышать 10 мкВт/см² по суммарным показателям. Это означает, что при проведении измерений учитывается электромагнитное поле от всех базовых станций, в том числе и других операторов сотовой связи. В ряде европейских стран и США, например, допустимый уровень мощности радиосигнала в 10 раз выше – от 100 мкВт/см². Если сравнивать с бытовыми предметами, та же микроволновая печь испускает радиоволны в 2–3 раза мощнее (в среднем 20–30 мкВт/см² в зависимости от модели).

Излучение от станции на крыше здания идет в стороны, не вверх и вниз. Жильцами дома излучение станции не ощущается, так как оно имеет место только на крыше и вблизи антенны.

Учитывая все вышеперечисленные ограничения, иногда не удается найти места для станции вблизи нужной точки. Выбирается иное техническое решение. При значительном отклонении от оптимально выбранной точки расположения станции потребуется пересчет всей сети базовых станций.

После установки опоры оператор сотовой связи подает в Роспотребнадзор проектную документацию на планируемое к размещению оборудование. В документации указывается: все оборудование, его описание, схемы направления антенн, существующая застройка, расчет уровней электромагнитных полей, требования к санитарно-защитной зоне и зоне ограничения застройки и т. д.

Получив сертификат соответствия СанПиН, оператор сотовой связи монтирует на опору базовую станцию. Далее приглашается лаборатория Роспотребнадзора, и на месте проводятся натуральные измерения фактических уровней электромагнитного излучения и соответствие базовой станции проектной документации. Только после успешного прохождения испытаний выдается разрешение на эксплуатацию.

Экономическая оценка возможных вариантов

Вышка сотовой связи занимается приемом звонков абонентов и передачей данных по радиоканалу. В зависимости от стандарта связи базовые станции работают в диапазоне частот от 450 до 2100 МГц.

Базовая станция составляет основу макроячеек, так называемых сот.

Экономическая оценка отдельной вышки сотовой связи повторяет общую оценку сети в целом. Необходимо учесть затраты на установку, затраты на обслуживание, затраты на арендную плату и прибыль компании от имеющихся в зоне влияния станции клиентов:

$$J = f(n)g - s - a,$$

где s – затраты на создание и эксплуатацию одной станции в годовом исчислении (пересчитанные с учетом накладных начислений и управленческих расходов на одну станцию сотовой связи); a – годовая арендная плата (или дополнительные затраты по установке и эксплуатации рассматриваемой станции); $f(n)$ – количество привлеченных клиентов; g – средний годовой платеж от одного привлеченного клиента. Фактически значение J будет величиной прибыли компании.

Полностью автономные и автоматизированные базовые станции представляют собой небольшие контейнеры, которые устанавливаются, как правило, на крыше зданий, на открытом пространстве, – вышки. В обязательном порядке имеется беспроводной или кабельный канал связи с центром управления сетью, по которому передается огромный поток данных – входящие и исходящие вызовы от абонентов⁵⁴.

Выделим составляющие инвестиционных затрат при установке базовой станции (c_i):

- монтаж ствола станции, укрупненная сборка;

⁵⁴ Букин М. Основа сотовой сети – как строят базовые станции / М. Букин // Компьютерра. – № 35 [Электронный ресурс]. URL: <https://it.wikireading.ru> (дата обращения: 30.05.2024).

- благоустройство прилегающего участка;
- монтаж базовой станции, секторных (связь с терминалами пользователей) и радиорелейных (связь с другими башнями) антенн;
- доставка оборудования;
- монтаж оборудования внутри контейнера;
- подключение электричества;
- монтаж систем светограждения, молниезащиты, заземления;
- настройка азимутов и сигналов антенн;
- тестирование базовой станции;
- подключение базовой станции в сеть (с переходом на стандарты четвертого и пятого поколений подключать станции нужно будет исключительно по волоконной оптике);
- сдача оператору сотовой связи всего объекта:

$$a = \sum_i c_i e + \sum_j b_j.$$

Составляющие текущих затрат по обслуживанию базовой станции:

- амортизационные отчисления;
- арендные платежи;
- обслуживание оборудования;
- профилактические материально-технические расходы.

Контроль базовой станции сотовой связи осуществляется:

- мобильными операторами – специальной лабораторией на колесах (проверяется покрытие станции, соответствие частотному плану, качество переключения между базовой станцией и соседними, качество голосовой связи);
- ремонтными бригадами.

3.3. Оптимизация топологии сети

Архитектура сотовой сети состоит из трех основных компонентов⁵⁵:

⁵⁵ Ганьжа Д. Стандарт GSM / Д. Ганьжа // Журнал сетевых решений / LAN. – 2000. – № 07–08.

1. Сотовые телефоны состоят из мобильного оборудования и модуля идентификации абонента в виде смарт-карты.

2. Базовые станции обеспечивают связь для находящихся в радиусе их действия сотовых телефонов.

3. Сетевая подсистема обеспечивает возможность звонков с мобильного телефона и на него. Главным ее компонентом является коммутационный центр мобильных услуг.

Топология сети — это описание расположения узлов (например, коммутаторов и маршрутизаторов) и соединений в сети. От выбранной топологии сети зависит размер инвестиционных затрат на нее, текущих расходов по ее содержанию. Если оптоволоконный кабель проходит в каналах, принадлежащих другой организации, то телекоммуникационная компания оплачивает арендную плату.

Первичные сети связи — представляют собой совокупность сетевых узлов, станций и линий передачи (точнее, линейных трактов), которые соединяют их между собой и образуют сеть каналов и трактов.

Вторичная сеть — совокупность технических средств, обеспечивающих передачу сообщений определенного вида, в состав которой входят: оконечные устройства, абонентские и соединительные линии, коммутационные станции.

Факторы, от которых зависит архитектура сети:

— **планируемая пропускная способность** (это один из первых параметров, с которым следует определиться на начальных этапах проектирования. Для расчета необходимо знать количество подключаемых сетевых устройств и типы передаваемого трафика);

— **физические каналы, топология** (данное решение будет влиять на отказоустойчивость сети и возможность распределения загрузки каналов. Если физических линий связи недостаточно и нет возможности для их строительства, необходимо задуматься об использовании дополнительного оборудования мультимплексирования (SDH) или уплотнения (WDM) каналов);

— **используемые приложения** (от приложений зависит выбор интерфейсов сопряжения с оконечным оборудованием, а также дополнительные функции, которые должна выполнять сеть.

Например, если планируемая IP-сеть будет использоваться для телефонии, то могут потребоваться дополнительные шлюзы с аналоговыми интерфейсами для подключения к региональным операторам телефонной связи, а сетевое оборудование должно поддерживать необходимые технологии передачи трафика реального времени);

– **безопасность** (требования к сетевой безопасности, исходя из производственных задач. Небольшим операторам связи и предприятиям малого и среднего бизнеса достаточно лишь обеспечить безопасный доступ к сетевому и оконечному оборудованию, в то время как для крупных предприятий требования безопасности обеспечивают специальные программные и организационные инструменты. Обеспечение безопасности является приоритетом по отношению к вариантам архитектуры сети);

– **масштабируемость** (необходимо определиться с тем, насколько может вырасти нагрузка на сеть в ближайшие несколько лет. Это даст возможность выбрать оптимальное оборудование и архитектуру сети, а также позволит в дальнейшем сэкономить значительные средства);

– **бюджет** (бюджет является решающим фактором при выборе архитектуры сети. Кроме первичных затрат требуется учитывать регулярные затраты на поддержку, аренду каналов и т. д.).

Типовые варианты топологии сети:

- «каждый с каждым» (наиболее простая);
- радиально-узловой;
- кольцевой;
- звезда (в качестве центрального узла может выступать сервер или специальное устройство – концентратор);
- кольцо;
- общая шина;
- древовидная (распределительная сеть древовидной волоконной кабельной архитектуры с пассивными оптическими разветвителями на узлах, возможно, представляется наиболее экономичной и способной обеспечить широкополосную передачу разнообразных приложений и эффективность наращивания и узлов сети);

- полносвязная сеть;
- одноранговая сеть;
- многогранговая сеть.

На практике выбирается комбинированный вариант, часто зависящий от ранее принятых решений по построению топологии сети.

Выбор оперативного решения, на котором будет основана архитектура сети, зависит от многих параметров, которые могут зависеть друг от друга:

а) *технические:*

- пиковые и усредненные значения загрузки каналов;
- загрузка системных ресурсов оборудования;
- количество маршрутов;
- задержки пакетов;
- помехи;
- число задействованных узлов;
- пути передачи информации;

б) *пользовательские:*

- производительность;
- готовность для внедрения новых услуг;
- готовность к подключению новых клиентов;
- время передачи;

в) *экономические:*

- протяженность;
- стоимость;
- затраты по содержанию.

Методы оптимизации, применяемые при выборе топологии сети:

- динамическое программирование;
- метод Флойда-Уоршелла⁵⁶, основанный на понятиях о базисной линии связи, применяется для нахождения кратчайших расстояний между всеми вершинами взвешенного ориентированного графа;

⁵⁶ *Левитин А. В.* Алгоритмы: введение в разработку и анализ / А. В. Левитин. – М. : Вильямс, 2006. – С. 349–353.

– метод Дейкстры⁵⁷ позволяет находить кратчайшие пути от одной из вершин графа до всех остальных;

– модифицированный алгоритм Прима.

Рассматривая экономическую эффективность телекоммуникационной сети, необходимо учесть ее значимость и темпы развития:

– в США считают, что вложение единицы инвестиций в связь дает прирост общественного продукта в 4–8 единиц;

– в мире объем информации, передаваемой через телекоммуникационную инфраструктуру, удваивается каждые 2–3 года;

– в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т E.800, E.430, I.350 в составе характеристик качества телекоммуникационных услуг наряду с качеством обслуживания (Quality of Service) особо выделяются характеристики, связанные с качеством функционирования сети (Network Performance).

Показатели работы сети оказываются тесно связанными с показателями качества телекоммуникационных услуг в целом, но особо выделяют:

– скорость (время установления соединения, время (скорость) передачи информации пользователя, вероятность своевременной доставки информации пользователя и время разъединения соединения);

– точность (точность установления соединения с указанными параметрами, точность передачи информации пользователя, точность разъединения–соединения, характеризующиеся вероятностью организации неправильного соединения, вероятностью возникновения ошибки в информации пользователя, вероятностью разъединения соединения и др.);

– гарантированность (гарантированность установления соединения, передачи данных и разъединения соединения, характеризующиеся вероятностью отказа в установлении соединения, вероятностью потери информации пользователя, вероятностью отказа в разъединении соединения и др.).

⁵⁷ Алгоритмы: построение и анализ / Т. Х. Кормен [и др.]. – 2-е изд. – М. : Вильямс, 2006. – С. 1296.

Таким образом, качество функционирования сети — это способность к обработке трафика, ресурсами и возможностями сетевых объектов, а также надежность и качество передачи.

Для оценки технической эффективности отдельных звеньев информационной сети (узлов обработки информации, узлов связи, центров коммутации пакетов и т. д.), обслуживающих запросы пользователей сети, используют показатели:

- 1) интегральная пропускная способность звена сети на отрезке времени (например, за смену, сутки, месяц);
- 2) динамическая пропускная способность, отношение числа запросов, обслуженных звеном сети, к числу запросов;
- 3) среднее время реакции звена сети на запрос пользователя — времени ожидания обслуживания запроса и времени собственно обслуживания;
- 4) максимально возможное число активных абонентов, обращающихся с запросами на обслуживание в данный момент;
- 5) коэффициент задержки обслуживания абонентов; отношение среднего времени реакции на запрос абонента при максимальном количестве активных абонентов к этому же времени при минимальном их количестве.

Таким образом, опираясь на совокупность различных технических, эксплуатационных, пользовательских характеристик, предлагаемых в нормативных документах, отмечаемых в публикациях различных авторов, нами предлагается обобщенный подход к оценке телекоммуникационной сети. На первом уровне — это набор локальных показателей, на втором — два интегральных показателя.

Интегральный технический показатель:

$$R = \sum_i a_i r_i,$$

где r_i — i -й частный показатель; a_i — коэффициент значимости i -го частного показателя.

Интегральный экономический показатель сети:

$$J = C(n, R) - K(L, h) e - V(L, h),$$
$$K = L_{ц} + h b,$$

$$L = L_{ц_1} + hb_1,$$

где K – стоимость сети, включая затраты на оптоволоконные сети L , узлы соединений h ; V – годовые эксплуатационные расходы; C – годовые поступления от пользователей, зависящие от числа пользователей n , качества предоставляемых услуг R ; e – коэффициент приведения стоимости сети к годовым расходам (годовая амортизация, срок окупаемости 7–8 лет); $ц$ – цена одного метра оптоволоконного кабеля; b – цена одного коммутационного блока.

Программных продуктов, применяемых для оптимизации маршрутов телекоммуникационной сети достаточно много. Примером программного продукта, обеспечивающего оптимизацию, является, например, ArcGIS Network Analyst. Все они опираются на технические условия. Предложенные ранее интегральные показатели и система учитываемых локальных пользовательских и экономических показателей позволяют повысить обоснованность выбора варианта топологии телекоммуникационной сети.

Особо выделим признаки функционирующей оптимальной топологии сети:

- 1) структура оптимальна по количеству волокон;
- 2) оптимальное решение по количеству оптических приемопередатчиков;
- 3) легкость подключения новых абонентов и удобство обслуживания;
- 4) отсутствие промежуточных активных узлов;
- 5) функционирование сети среднее по сложности.

Отдельно отметим особенности принятия управленческого решения по выбору типа оптоволоконного линейного (магистрального) кабеля.

Для того чтобы спроектировать трассу прохождения волоконно-оптической линии связи и выбрать нужный тип кабеля, необходимо знать условия эксплуатации, конструкцию кабеля и его технические параметры.

В настоящее время имеется большое количество конструкций волоконно-оптического кабеля, ориентированных на различные условия применения (прокладка внутри зданий, в телефонной

канализации, в грунте и т. д.). В зависимости от назначений и условий применения волоконно-оптические кабели имеют определенные конструкции.

Можно выделить следующие группы конструктивных элементов:

- оптические волокна с защитными покрытиями;
- оптические модули;
- сердечники;
- силовые элементы;
- гидрофобные материалы;
- оболочки;
- армирование.

Основной элемент волоконно-оптических кабелей – оптическое волокно, изготовленное из высококачественного кварцевого стекла, обеспечивающее распространение световых сигналов. Для обеспечения стабильной работы оптического волокна и уменьшения опасности их разрыва под воздействием продольных и поперечных напряжений волокна защищают первичными и вторичными покрытиями.

При выборе кабеля основное внимание уделяется 4 аспектам:

- 1) условиям эксплуатации;
- 2) пожарной безопасности;
- 3) целостности и сохранности световодов при хранении, монтаже и эксплуатации волоконно-оптического кабеля;
- 4) требованиям к пропускной возможности.

4. ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ИСПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗОВ

Организация исполнения заказов обеспечивается системой управленческих задач:

- распределение потока заявок по исполнителям;
- формирование принципов и условий работы команд исполнителей;
- распределение центров активности по территории;
- стимулирование исполнителей заказов;
- распределение заказов по исполнителям;
- выбор программных средств поддержки исполнителей работ.

4.1. Целевой показатель — время выполнения заказа

«Если рынок находится под контролем неповоротливой компании и мне нужно этот рынок захватить, все, что от меня требуется, — это наладить более быстрый процесс выполнения заказов. Мне не потребуется для этого более качественный, более продвинутый, или даже более дешевый товар. Если я буду заботиться о твоих покупателях лучше тебя самого, они станут моими»⁵⁸.

Закон рынка, отработанный опытом многих лет, гласит: если ты пытаешься быть лучшим во всем — ты становишься похожим на всех.

Опыт успешных предприятий свидетельствует о том, что целесообразно выделить в своем бизнесе одну составляющую, в которой компания собирается стать лидером на рынке, и еще одну,

⁵⁸ Янгман К. Дж. Конкурентное преимущество при выполнении заказа / К. Дж. Янгман // Tosreople [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dbrmfg.co.nz/Supply%20Chain%20Lead%20Times.htm> (дата обращения: 28.04.2023).

которая позволит ей выделяться среди конкурентов, все остальные достаточно поддерживать на уровне отрасли (мировых стандартов). Поэтому, если ваша компания видит для себя возможность быстрее и эффективнее других отвечать на запросы клиентов (чем, кстати, славятся японские и немецкие фирмы) или качественнее других производить тот же ряд продукции, имеет смысл сконцентрироваться именно на этом⁵⁹.

Все знают, что время — деньги, но на самом деле время — большие деньги. Время и деньги — это две вещи, которых каждому человеку постоянно не хватает. Время — самый ценный ресурс, его всегда недооценивают.

Для части услуг, например, использования Интернета, оценивать стоимость полезнее не с точки зрения спроса на них, а учитывая время, которое потребитель на них тратит, считают Остан Гулсби (профессор Чикагского университета, один из экономических консультантов правительства США в 2010–2011 гг.) и Питер Кленоу (Стэнфордский университет). Расчеты Гулсби и Кленоу показали, что стоимость времени в Интернете может оцениваться в среднем в 3 тыс. долл. в год (на январь 2005 г.) на человека, тогда как по оценке на основе стандартных данных, таких как материальные затраты, получалось лишь около 100 долл.⁶⁰.

Все вышесказанное позволяет утверждать, что *время выполнения заявки — важнейшее конкурентное преимущество*.

В условиях высокой конкуренции, когда качество и ассортимент продукции и услуг у предприятий выравниваются, главным фактором, рассматриваемым потребителем, является время реагирования поставщика (исполнителя). Время выполнения заказа становится фактором номер один. Оно связывается с успешностью бизнеса. Предприятие-поставщик готово идти на повышение своих расходов (при сохранении цены) ради сокращения времени выполнения заказа.

⁵⁹ Зинченко С. Сокращение времени выполнения заказа — тайное оружие успешной компании / С. Зинченко // Управление производством. — 2010.

⁶⁰ Рябова И. Сколько стоит время / И. Рябова // Эконс. — 04.2021 [Электронный ресурс]. URL: <http://Econs.online> (дата обращения: 07.07.2024).

Фактор времени при выполнении конкретного заказа — это не только борьба за клиента, но и затраты на выполнение заказа. Однако время выполнения заказа влияет двойственно на деятельность предприятия-исполнителя.

1. Во-первых, сокращение времени работ влечет снижение условно-постоянных и части условно-переменных затрат, так как значительная часть себестоимости работ пропорциональна времени их выполнения. Оплата труда, энергетические расходы, доля условно-постоянных расходов, относимых на отдельную работу, снижаются пропорционально времени работ и повышают прибыль предприятия.

С позиции системы управления выделим три группы решений:

- 1) подготовительные решения;
- 2) решения в ходе выполнения заказа;
- 3) решения в период последствия.

Подготовительные решения связаны с подготовкой материалов и инструмента, закупкой потенциально необходимого оборудования, обучением персонала.

Повышенное внимание к времени выполнения заказа в ходе выполнения заказа реализуется через детальное рассмотрение составляющих работ. Для них можно сформировать рейтинг приоритетности задержек (с точки зрения включенных резервов):

- задержки в потоках управленческой информации;
- задержки в перемещениях материалов и комплектующих;
- задержки в реагировании партнеров.

С позиции заказчика выделяются элементы времени исполнения заказа, в которые вовлечен заказчик:

- время реагирования предприятия на посланную заявку;
- время оформления договорных отношений;
- время исполнения заказа;
- время доставки заказанной продукции.

Подобные составляющие по-разному воспринимаются заказчиком (с точки зрения полезности и оперативности) и оказывают различное влияние на имидж предприятия-исполнителя.

В период последствий необходим анализ выполненной работы, выявление понесенных нерациональных затрат, возможная корректировка нормативов работ и др.

2. Во-вторых, меньшее время выполнения работ оказывается решающим конкурентным фактором. При сопоставимых качества и цены услуги заказчик (покупатель) ориентируется на исполнителя с меньшим сроком выполнения работ. Как следствие повышается общая сумма заказов и интегральная прибыль предприятия.

Важно, как именно потребитель трактует деятельность компании. Для организаций, которые работают на заказ, скорость его выполнения напрямую влияет на успех в бизнесе. «Время выполнения заказа занимает важное место в восприятии потребителем деятельности компании. Для компаний, работающих на заказ, время выполнения заказа оказывает прямое влияние на мнение потребителя и успешность бизнеса»⁶¹.

Оценочными показателями, которые имеются у каждого процесса выполнения заказа, являются *время* и *стоимость* (затраты) его выполнения. Их стараются снизить, понимая под этим оптимизацию.

*«Путь к богатству, если вы хотите его достичь, настолько же прост, как и путь на рынок. И зависит она главным образом от двух слов – “усердие” и “бережливость”. Иными словами, не тратьте впустую ни время, ни деньги, но постарайтесь извлечь выгоду и из того, и из другого»*⁶² (Б. Франклин).

*«Если вы не умеете управлять временем, то вам не удастся управлять ничем другим»*⁶³ (П. Друкер). Многие компании уделяют огромное внимание правильному расходу своих средств.

⁶¹ Янгман К. Конкурентное преимущество – короткое время выполнения заказа / К. Янгман // Актуальная трансформация бизнеса. – 2012 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dbrmfg.co.nz/Supply%20Chain%20Lead%20Times.htm> (дата обращения: 08.07.2024).

⁶² Франклин Б. Совет молодому купцу. 1748 / Ф. Франклин // Труинвестор.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://trueinvestor.ru/> (дата обращения: 08.07.2024).

⁶³ Друкер П. Высказывания и афоризмы. Т. 17 / П. Друкер [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru> (дата обращения: 08.07.2024).

Но часто встречаются компании, не умеющие правильно обращаться со своим временем. Если руководство компании грамотно распоряжается и тем и другим, то обеспечивает себе подлинное преимущество в ближайшее время и долгосрочно в будущем.

Значимость фактора времени проиллюстрируем еще двумя примерами.

«Если ваша страница в Интернете загружается дольше 3 с, вы теряете около половины пользователей. С июля 2018 г. Google учитывает скорость загрузки страниц компаний в поисковой выдаче: чем быстрее, тем выше ее позиция в рейтинге Google»⁶⁴.

В 2015 г. компания Hibernia Networks закончила прокладку кабеля между Нью-Йорком и Лондоном стоимостью 400 млн долл., чтобы уменьшить задержку между городами на 6 мс (66 млн долл. за 1 мс уменьшения задержки).

4.2. Организация исполнения заказов, ориентированная на показатель «время выполнения» (обоснование комплексной оценки решений)

«Рассуждая об оптимизации бизнес-процессов, многие забывают, что в основе ее лежит концепция процесса непрерывного улучшения не только всех экономических и финансовых показателей деятельности предприятия, но и каждой отдельной операции и каждого конкретного рабочего места. И одна из областей, куда можно и нужно направить усилия, с тем чтобы получить ощутимые конкурентные преимущества и в конечном итоге обеспечить прибыльность компании, – это сокращение времени выполнения заказа»⁶⁵.

Если с момента подачи заявки до момента подключения прошло достаточно мало времени и все было произведено без каких-

⁶⁴ Лосева Е. Пресс-релиз Google / Е. Лосева [Электронный ресурс]. URL: <https://seonews.ru/google> (дата обращения: 03.02.2024).

⁶⁵ Зинченко С. Сокращение времени выполнения заказа – «Тайное оружие» успешной компании / С. Зинченко // Управление производством [Электронный ресурс]. URL: https://up-pro.ru/library/production_management (дата обращения: 03.02.2024).

либо осложнений, абонент остается довольным и даже какие-то проблемы в будущем сотрудничестве будет воспринимать не так остро. Если же подключение выполнялось с большой задержкой, долго, дата и время подключения неоднократно переносились, появлялись какие-то дополнительные трудности – вряд ли абонент сможет быть лояльным в дальнейшем. И никакие программы прогнозирования и управления оттоком абонентов не смогут помочь.

«Борьба за время» при исполнении заказа реализуется системой решений. Отметим:

- сокращение времени обработки документации по этапам обработки заказа в подразделениях компании;

- организация параллельной обработки документации в подразделениях;

- оптимизация состава подразделений и распределения функциональных обязанностей по подразделениям;

- совершенствование размещения подразделений в здании (сокращение времени коммуникаций);

- оптимизация размещения по территории центров технического обеспечения и складских помещений.

Подчеркивая особую важность удовлетворенности клиента, отметим *«эффект сообщества»* – неудовлетворенность клиента станет известна его партнерам, знакомым, коллегам и это, в свою очередь, оттолкнет их от вашего предприятия. Коэффициент сообщества составляет от 5 до 10. Это коэффициент увеличения потерь.

Поэтому очень важно, чтобы планирование работ по подключению абонента к услугам телекоммуникационной компании выполнялось быстро и без ошибок.

Ключевым управленческим решением является управление потоком заявок. Поток заявок является нестационарным, интервалы между заявками нестабильны, содержание заявок меняется. Исполнителем очередной заявки может быть одна из производственных ячеек города, внутри ячейки – одна из групп исполнителей.

Принимая решение по очередной заявке, следует учесть ресурсные ограничения и оценку оптимизации. Все отмеченное ранее

позволяет *предложить комплексную оценку оперативных региональных управленческих решений*.

Распределяя составляющие поступившего заказа по производственным центрам, решается задача минимума:

$$F = a_1 T / T_0 + a_2 C / C_0 + a_3 S / S_0,$$
$$0 \leq a_i \leq 1,$$
$$i = 1, 2, 3,$$

где T – время выполнения заказа (критическое время выполнения заказа); C – себестоимость работ; S – сопутствующие затраты; a_i – коэффициенты значимости составляющих оценки (управленческая оценка значимости для конкретного заказа двух оценок); T_0 , C_0 , и S_0 – соответствующие плановые показатели.

При детализированном рассмотрении составляющих оценки (когда каждое из слагаемых оптимизационной оценки детализируется по элементам) имеем:

$$F = a_1 \sum_n T_n / T_0 + a_2 \sum_j C_j / C_0 + a_3 \sum_k S_k / S_0,$$

где каждая составляющая оценки детализируется по элементам слагаемых.

Оценка F показывает суммарное число экспертных баллов при выполнении конкретного заказа.

Коэффициенты a_i переводят соответствующие значения времени выполнения заказа T , затрат на выполнение заказа C и сопутствующие затраты S в значение экспертных баллов.

Направляя поступивший заказ на тот или иной производственный центр, учитывается ресурсное условие:

$$t_j + T_j + h_j \leq R_j,$$

где t_i – трудоемкость поступившего заказа для i -го производственного центра; T_i – имеющаяся загрузка i -го производственного центра на момент принятия решения; h_i – ожидаемое поступление трудоемкости в контролируемый интервал время для i -го производственного центра; R_j – ресурс трудоемкости, имеющийся у i -го производственного центра.

Подобное ресурсное ограничение частично учитывает предполагаемый будущий поток заявок.

На выполнение типовых наборов работ формируются нормативы T_0 , C_0 и S_0 как по числу монтажников, выполняющих работы, так и по времени выполнения. Первоначально нормативы могут устанавливаться при помощи экспертных оценок. После этого по мере накопления опыта, о котором формируются записи в информационной системе, оценка будет корректироваться и становиться более точной.

Не на все виды работ и наборы работ можно установить нормативы. Многие работы могут быть уникальными из-за уникальности условий, в которых они выполняются. В этом случае показатели T_0 , C_0 и S_0 нормируются как плановые на конкретную работу при выдаче задания на выполнение заявки.

При экспертном (обычно это сотрудники отдела маркетинга) назначении коэффициентов a_i (значимость слагаемых оценки оптимизации) учитываются следующие факторы:

- первое обращение заказчика;
- обслуживание заказчика ранее предприятием-конкурентом;
- пакетное обращение;
- VIP-клиент;
- повторное обращение;
- значимость для заказчика единицы времени при исполнении заказа.

Фактически в особых случаях резко повышается значимость времени выполнения заявки, даже в ущерб затрат на исполнение.

Экспертный опрос более тысячи клиентов (Санкт-Петербург, декабрь 2022 г.) показал, что они готовы за 1 час сокращения времени исполнения заказа дополнительно платить 250–750 руб. При среднем значении исполнения заявки 350 руб. Эта ситуация учитывается экспертами при назначении коэффициентов a_i .

Если время выполнения заказа в технологической цепочке меньше нормативного или если у предприятия имеется запас производственных мощностей и видов предоставляемых услуг, то можно предложить расширенный состав показателей

полезности продукции и повысить цену, что даст дополнительную прибыль.

Привлечение и закрепление новых клиентов реализуется через оперативность выполнения заказов, расширение удовлетворенности заказчика за то же время выполнения заказа, предложение более полезной продукции в рамках стандартного заказа.

Совокупность мероприятий, обеспечивающих минимизацию времени исполнения заказов, разделяется на три уровня: стратегический, тактический и оперативный.

Стратегический уровень – распределение центров активности по территории города (территориальное приближение исполнителей к заказчику); обучение персонала; расширение состава предоставляемых услуг.

Тактический уровень – система стимулирования исполнителей заказов (ориентация на сокращение времени работ); создание запаса материалов, инструмента, оборудования.

Оперативный уровень – распределение исполнителей по совокупности заявок; контроль хода выполнения работ.

Построенная схема задач соответствует принципам работы команд исполнителей KARMA, внедряемых в ПАО «Ростелеком»⁶⁶:

К – Karmic (кармичность) – учитывает не только измеримые, традиционные метрики, но и эмоциональную и ценностную оценку своей работы пользователями;

A – Adaptive (гибкость и ускорение) – дает командам самостоятельность для принятия своевременных и качественных решений в условиях постоянных изменений, позволяет выбирать инструменты, которые будут приемлемы для того круга (команды), который работает на месте со своими клиентами;

R – Relevant (целесообразность и удобство) – поощряет использование современных практик в случае, если они оптимальны для выполнения;

⁶⁶ Егоркин О. Опыт внедрения и адаптации принципов самоуправления в корпоративной среде в рамках только одного подразделения – IT-блока / О. Егоркин // Самоуправление в РОСТЕЛЕКОМ. – 07.03.23 [Электронный ресурс]. URL: <https://бизнесосмысл.рф/articles/samoupravlenie-v-rostelekom>.

M – Meaningful (самоорганизация на уровне смысла) – формализует управление и самоорганизацию на уровне заданий и обязательств команд;

A – Approach (комбинированный подход) – объединяет лучшие управленческие практики с ценностным подходом и новой моделью управления.

4.3. Распределение центров активности по территории города (математическая формализация задачи)

Сокращение транспортного времени перемещения исполнителя от центра приема заявки до места заказчика может достигаться путем замены единого регионального центра концентрации исполнителей на совокупность распределенных по территории города центров. Для мегаполиса транспортная составляющая особенно важна и связана с затратами времени (задержками, транспортными пробками, аварийными ситуациями), а для региона – с транспортными расходами. Чем ближе координирующий центр к заказчику, тем оперативнее будет реакция на заказ. Однако ошибочное расположение координирующего центра будет сопровождаться избыточными расходами и затратами времени при исполнении заявок.

Задача в локальной постановке заключается в сравнении затрат на создание и поддержание центра активности с сокращением затрат на выполнение заказов (или приростом прибыли при наращивании числа заказчиков). Центр активности требует инвестиционных затрат на помещение, создание рабочих мест, текущих затрат на содержание, создание запаса материалов. При большом количестве центров появляется риск недогрузки персонала.

Сложность задачи заключается в неопределенности потока заказов по месту и времени возникновения, колебании спроса, конкуренции со стороны других компаний.

Выбор точек расположения центров зависит от многих факторов, но ключевые из них: расположение по территории корпоративных и частных заказчиков, количество заявок и их распределение во времени, территориальная близость конкурентов.

Эта задача по формализованной постановке относится к задаче таксономии – разделение на группы точек (потенциальных заказчиков), имеющих на карте, по квалификационным признакам.

Если принять детерминированную постановку задачи, то выбор места размещения координирующих центров будет аналогом задачи выбора «центров притяжения». Имеем совокупность распределенных точек на территории, требуется их прикрепить к центрам притяжения так, чтобы суммарное расстояние от центров до прикрепленных точек было минимальным.

Каждая точка характеризуется координатами (x_i, y_i) . Требуется определить f_{ij} – признак принадлежности i -й точки к j -й группе. Возможные значения f_{ij} :

$f_{ij} = 1$, если i -я точка входит в j -ю группу;

$f_{ij} = 0$, если i -я точка не входит в j -ю группу.

Оценка варианта группировки имеет вид

$$J = \sum_i \sum_j r_{ij} f_{ij},$$

где r_{ij} – расстояние (или время, или затраты) на перемещение от центра j к точке i . Если перемещение в обратном направлении отличается, то необходимо расширить показатель r_{ij} , включив в него две отдельные составляющие:

$$J = \sum_i \sum_j (r_{ij}^1 + r_{ij}^2) f_{ij}.$$

Минимум оценки J определяет вариант расположения центров обслуживания по территории при заданном числе центров. Если возможен выбор числа центров, то оценка расширяется и имеет вид

$$J = \sum_i \sum_j r_{ij} f_{ij} + n S(n),$$

где $S(n)$ – затраты на создание и содержание одного центра (при детальном расчете зависит от числа центров, что при общем фиксированном размере работ влияет на размер центра); n – число центров.

Учитывая, что для конкретного города число центров активности небольшое, предложен специальный алгоритм поиска оптимального решения.

Он разделяется на следующие этапы:

- определяется состав точек заказа (фактический или плановый);
- точкам заказа присваиваются координаты (x_i, y_i) ;
- вводится координатная сетка территории (узлы – возможные места размещения центров);
- задается число центров (последовательно от 1 до n);
- решается задача группировки точек заказчиков по минимуму оценки:

$$J = \sum_i \sum_j r_{ij} f_{ij};$$

- изменяется число центров и повторяется предыдущий этап алгоритма;
- при рассмотрении вариантов числа центров обслуживания выбирается лучший, соответствующий минимуму оценки:

$$J = \sum_i \sum_j r_{ij} f_{ij} + n S(n).$$

Алгоритм решения задачи группировки точек заказчиков по минимуму оценки $J = \sum_i \sum_j r_{ij} f_{ij}$ относится к задачам целочисленного программирования с большой трудоемкостью. Это типовая задача группировок, имеющая много приложений и примеров решения⁶⁷.

Отметим имеющиеся варианты алгоритмов: иерархический, выделение связанных компонент, минимальное покрывающее дерево, послонная кластеризация и др.

Внесение в алгоритм решения приемов эвристики существенно снижает сложность вычислений. Это практически реализуемо с учетом небольшого числа центров активности на территории. Даже для мегаполиса их будет 2–4.

Развитие задачи связано с расширением состава исходной информации о заказчиках. Здесь имеют место четыре варианта:

⁶⁷ *Воронцов К. В.* Алгоритмы кластеризации и многомерного шкалирования : курс лекций / К. В. Воронцов. – М. : Изд-во МГУ, 2007; Jain A. Data Clustering: A Review / A. Jain, M. Murty, P. Flynn // ACM Computing Surveys. – 1999. – Vol. 31. – N 3; *Котов А.* Кластеризация данных / А. Котов, Н. Кrasilьников. – СПб. : Изд-во СПбГУ ИТМО, 2006.

- 1) фактическое распределение заказчиков;
- 2) плановое фиксированное распределение заказчиков;
- 3) плановое вероятностное распределение заказчиков;
- 4) динамическая задача при изменении состава заказчиков во времени.

Методически это требует разных оценочных подходов:

- 1) $J = \sum_i \sum_j r_{ij} f_{ij}^{\text{ф}}$;
- 2) $J = \sum_i \sum_j r_{ij} f_{ij}^{\text{п}}$;
- 3) $J = \sum_i \sum_j p_i r_{ij} f_{ij}$, где p_i – вероятность наличия i -й точки заказа.
- 4) $J = \sum_i \sum_j \sum_t r_{ij}(t) f_{ij} a(t)$, где $r_{ij}(t)$ – расстояние (время или затраты) на перемещение от центра j к точке i в году t ; $a(t)$ – коэффициент значимости показателя за год t .

Сформулированная задача позволяет обоснованно выбирать место расположения центров обслуживания.

На практике данный методический подход реализован при выборе центров обслуживания ПАО «Ростелеком» на территории Санкт-Петербурга.

«Всплывающие» центры обслуживания

Временные всплески потребности в обслуживании телекоммуникационной инфраструктуры в некоторых территориальных локациях требуют специфических управленческих решений. Определим их как «всплывающие» центры обслуживания. Причинами таких всплесков могут быть: ввод в эксплуатацию телекоммуникационной сети нового крупного дома, системный сбой в регионе, модернизация локальной телекоммуникационной сети и др. Для сокращения транспортных расходов и повышения активного времени монтажников создается временный центр обслуживания, где формируется оперативный запас инструмента и расходных материалов, организуется центр связи.

Экономическая оценка целесообразности организации всплывающего центра обслуживания заключается в сравнении двух величин:

- 1) затрат на выполнение комплекса «всплывших» работ при использовании базового центра обслуживания. Они включают

транспортные расходы и затраты на выполнение работ. Транспортные расходы оказываются более высокими из-за большего расстояния, одновременно затраты на выполнение работ также выше, так как на рабочее время остается меньшая доля рабочей смены;

2) затрат на выполнение комплекса «всплывших» работ при использовании временного центра обслуживания. Уменьшаются транспортные расходы – Δh , уменьшается время выполнения комплекса работ – Δt , уменьшаются общие расходы на работы (пропорционально уменьшению времени работ) – $R(T - \Delta t) / T$. Одновременно появляются дополнительные расходы на аренду территории (помещения) для временного центра обслуживания – S , на его содержание – F , на начальные затраты по обустройству центра и затраты на его ликвидацию после завершения работ – Q .

Сравнение отмеченных величин является обоснованием принимаемого управленческого решения. Если значение $\Delta h + R(T - \Delta t) / T - S - F - Q \geq 0$, организация временного центра обслуживания целесообразна.

4.4. Система стимулирования исполнителей заказов

«Компания ничего не достигнет, если думать будет только руководство. Как бы вы ни были хороши или удачливы и как бы вы ни были умны или ловки, ваше дело и его судьба находятся в руках тех людей, которых вы нанимаете» (Акио Морита)⁶⁸.

Работа команды исполнителей направляется на конкретные цели через механизм стимулирования. Он включает моральные и материальные стимулы.

Работа команд исполнителей строится на основе следующих условий:

- локальной самостоятельности;
- самоорганизации;

⁶⁸ *Морита Акио*. Цитаты / Акио Морита // Цитаты известных личностей [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.citaty.net/avtory/akio-morita> (дата обращения: 07.09.2023).

- использовании лучших современных управленческих практик организации работ;
- единого ценностного подхода;
- вовлеченности сотрудников в общий процесс;
- исключения сложных иерархических цепочек принятия решений.

В командах каждый сотрудник понимает свою роль, зону ответственности и стратегическую цель работы.

Мотивационный механизм взаимодействия фирмы с подчиненными ориентирован:

- на поддержание сплоченности коллектива и создание дружелюбной обстановки;
- индивидуальные и коллективные вознаграждения за проделанную работу.

Оцениваемыми показателями являются:

- качественное выполнение работ;
- объем выполненных работ;
- доброжелательное отношение к клиентам;
- разделение целей руководства.

Восприятие заказчиком качества исполнения заявки – мера эффективности работы команды.

Команда, разрабатывающая продукт, где важно время вывода, оптимизирует:

- время выполнения заказа;
- качество обслуживания.

Ключевым фактором стимулирования исполнителей к сокращению времени исполнения заказов является оплата труда. Если оплата труда оказывается пропорциональной времени отклонения (снижению) от некоего нормативного значения, то исполнитель стремится через выбор схемы и интенсивности работы выполнить заказ в кратчайшие сроки. При этом необходимо совместить оперативность работ с их качеством (удовлетворенность заказчика, отсутствие рекламаций, надежность оборудования). Чтобы фактор стимулирования был значимым, он должен оказывать существенное воздействие на изменение оплаты труда.

Окладная часть должна составлять не более 30 % интегральной оплаты труда. Изменяемая часть должна быть прямо пропорциональна значению оцениваемым показателям.

Например, в рамках ПАО «Ростелеком» принята следующая модель расчета размера оплаты труда персонала команд:

– *мастер по обслуживанию, старший мастер по обслуживанию, сервисный инженер*: итоговая зарплата = окладная часть + 45 % оклада за выполнение КРІ + доплата через баллы (количество заработанных баллов, умноженное на стоимость одного балла – 120 руб.);

– *инсталлятор*: итоговая зарплата = окладная часть + 100 % оклада за выполнение КРІ + доплата через баллы (количество заработанных баллов, умноженное на стоимость одного балла – 120 руб.).

Предлагаемая модель оплаты труда

Плановая оплата труда при выполнении конкретного заказа опирается на нормативную трудоемкость. Для того чтобы построить стимулирующую схему расчета оплаты труда, предлагается использовать оценку труда сервисных инженеров в баллах и набранную ими индивидуальную интегральную сумму баллов использовать для распределения общей суммы заработанных средств.

Такой подход позволяет совместить элементы коллективной ответственности бригады за общие результаты работы с реальным вкладом в интегральный результат каждого исполнителя.

В основе разработанных принципов стимулирования лежат следующие основные правила:

– группа сервисных инженеров (одной бригады, одного центра обслуживания) за отчетный период выполняет некий интегральный объем работ;

– сумма полученной реализации распределяется по статьям затрат, среди которых выделяется, в частности, оплата труда;

– сумма оплаты труда является базой для расчета оплаты труда конкретных исполнителей.

Именно методика распределения интегральной оплаты труда по исполнителям содержит в своей основе механизм стимулирования, привязанный к срокам выполнения работ.

Методическая идея расчета состоит в проведении расчета в условных единицах (баллах), а затем в переходе к рублям через вычисленную цену (в рублях оплаты труда) балла.

Алгоритм расчета заработной платы формируется из шести этапов:

1) расчет нормативной трудоемкости конкретного исполнителя по конкретному заказу (для этого используется заранее подготовленная таблица видов работ. В ней единица трудоемкость оценивается соответствующей величиной баллов, поэтому нормативной общей трудоемкости ставится в соответствие величина баллов h_{ki} – базовое количество баллов, начисленное k -му исполнителю за выполнение i -го заказа);

2) корректировка нормативной трудоемкости с учетом времени исполнения работы (при этом базовое количество начисленных баллов корректируется с учетом расхождения t^n планового и t^Φ фактического времени работ при исполнении заказа):

$$h_{ki}^\Phi = h_{ki}^n \cdot t_{ki}^n / t_{ki}^\Phi;$$

3) вычисление интегральной суммы начисленных баллов по итогам работы за интервал времени (фактически вычисляется сумма баллов всех участников центра обслуживания):

$$H = \sum_k \sum_i h_{ki}^\Phi;$$

4) вычисление цены одного балла в единицах изменения оплаты труда (для этого общая сумма принесенной исполнителями оплаты труда Z делится на начисленную сумму баллов H):

$$s_0 = Z / H;$$

5) корректировка цены одного балла с учетом выполнения общего плана коллективом исполнителей центра (выполняется это через сопоставление Π^n общего плана в трудоемкости и количества заказов на интервал времени и Π^Φ соответствующей фактической величины):

$$s_1 = s_0 \cdot \Pi^n / \Pi^\Phi;$$

б) вычисление начисляемой оплаты труда конкретного исполнителя:

$$З_i = s_1 \sum_i h_{ki}^\Phi.$$

Сформулированная схема расчета оплаты труда учитывает два фактора стимулирования: 1) сокращение время выполнения заказов; 2) выполнение планового задания в целом.

Возможным третьим фактором может быть качество работ по факту оперативной оценки или по претензиям за ранее выполненные работы.

Отдельно следует ввести методическое правило поощрения управленческого персонала, чтобы распространить фактор стимулирования на управленческую (координирующую деятельность). Здесь главным фактором становится общий объем работ, который зависит, прежде всего, от управленческой деятельности.

Для работников системы управления стимулирующим фактором предлагается использовать расхождение интегральных фактического и планового времени исполнения программы в целом:

$$b = \sum_i \sum_k t_{ki}^n / \sum_i \sum_k t_{ki}^\Phi.$$

Построенная методическая схема стимулирования персонала за оперативную работу позволяет активизировать личную инициативу исполнителей, улучшить взаимоотношения исполнителей с заказчиками, связать результаты работы персонала с целями предприятия в целом.

Степень детализации контроля времени выполнения заявки проиллюстрируем составом показателей, рекомендуемых для использования на первом этапе взаимодействия с клиентом:

- время ожидания обслуживания оператором;
- время подключения услуги (затрачиваемое оператором на подключение абонента);
- время на консультацию;
- время на проверку технической возможности в режиме онлайн;
- время на прием заявки на подключение;
- время на заключение договора.

При оценке профессионализма сотрудников в ходе работы с клиентами следует оценивать:

- умение избегать конфликты;
- общение с клиентом с учетом его подготовленности и осведомленности;
- четкое выяснение потребностей клиента;
- оказание помощи в выборе оптимального тарифного плана;
- предоставление актуальной, достоверной, полной, но не избыточной информации;
- ведение конструктивного диалога с клиентом.

4.5. Распределение исполнителей по совокупности заявок

При наличии портфеля заявок, накопленного в предшествующие сутки, возникает задача их распределения по исполнителям. Эта задача является внутренней для регионального центра.

При решении оперативной задачи планирования (выдачи) задания конкретному исполнителю необходимо не просто выдать набор заданий, но и построить маршрут их выполнения, минимизируя время транспортных затрат. Это оказывается типовой задачей коммивояжера, первые упоминания о ней были в 1930 г. (принадлежат Карлу Менгеру, который сформулировал ее на математическом коллоквиуме в 1930 г.).

Имеется набор пунктов, который требуется обойти с минимальным суммарным временем. Математически – это задача дискретной оптимизации.

Многие современные распространенные методы дискретной оптимизации, такие как метод отсечений, ветвей и границ и различные варианты эвристических алгоритмов, были разработаны на примере задачи коммивояжера.

В 1950-е и 1960-е гг. задача коммивояжера привлекла внимание ученого Дж. Данцига (49 городов). Больших успехов удалось достичь в конце 1970-х и 1980-х гг., когда М. Грётчел, М. Падберг и Дж. Ринальди и др. с применением метода *ветвей и границ* вычислили решение для отдельного случая задачи с 2393 городами.

В марте 2005 г. задача с 33 810 узлами была решена программой *Конкорд*: был вычислен путь длиной в 66 048 945 точками и доказано отсутствие более коротких путей. В апреле 2006 г. было найдено решение для экземпляра с 85 900 узлами. Сегодня имеются стандартные программы решения такой задачи, использующие алгоритмы метода ветвей и границ, метода динамического программирования⁶⁹.

Формулировка задачи в виде задачи дискретной оптимизации представляется в виде переменных x_{ij} ⁷⁰. Каждому ребру i, j сопоставляется двоичная переменная x_{ij} , равная 1, если ребро принадлежит маршруту, и 0 – в противном случае. Произвольный маршрут можно представить в виде значений множества переменных. В варианте задачи коммивояжера с условием возврата в исходную точку требуется посетить все узлы графа, после чего вернуться в начальную вершину:

$$\begin{aligned} \min \sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij}, \\ x_{ij} = 0, 1, \\ \sum_j x_{ij} = 1, \sum_i x_{ij} = 1, \end{aligned}$$

где c_{ij} – оценка ребра от пункта i к пункту j .

Однако в центре обслуживания имеется несколько исполнителей и требуется составлять одновременно несколько маршрутов, разделяя заказчиков между исполнителями и формируя им маршрут работы.

Постановка задачи об оптимальной маршрутизации состоит в следующем: заданы координаты n потребителей с координатами x_i, y_i . Требуется найти набор замкнутых маршрутов минимальной общей длины, посещающих в совокупности каждого потребителя один раз. Каждый маршрут начинается и заканчивается в техническом центре.

⁶⁹ Что такое «Задача о коммивояжере»? // Дзен (dzen.ru) [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/> (дата обращения: 04.06.2024).

⁷⁰ *Левитин А. В.* Алгоритмы. Введение в разработку и анализ / А. В. Левитин. – М. : Вильямс, 2006. – 576 с.

С содержательной точки зрения рассматриваемая задача описывает проблему построения наиболее экономичного плана обхода заданного множества клиентов коллективом обслуживающих устройств и потому, естественно, может называться задачей о нескольких коммивояжерах⁷¹.

С учетом математической сложности задачи следует отказаться от поиска точного решения задачи коммивояжера и сосредоточиться на поиске приближенного решения.

Предложенная идея алгоритма решения задачи состоит в следующем:

- в совокупности заявок выделяются две заявки с наибольшим между собой «расстоянием»;
- за этими заявками закрепляются первые два исполнителя;
- для каждого из первых назначенных исполнителей строится плановая загрузка по подбору ближайшего каждого следующего заказчика до заполнения плановой загрузки;
- на оставшемся наборе заявок повторяются первые три этапа алгоритма;
- процедура повторяется до назначения исполнителей по всему имеющемуся набору заявок.

При изложенной схеме алгоритма предполагается, что решение задачи осуществляется в начале рабочего дня и все исполнители находятся в сервисном центре. Модифицированная схема алгоритма решения задачи предполагает, что исполнители в момент выдачи задания расположены в разных точках территории. В этом случае алгоритм решения включает этапы:

- для первого выбранного исполнителя назначается ближайшая по расположению заявка;
- для выбранного исполнителя строится плановая загрузка по подбору ближайшего каждого следующего заказчика до заполнения плановой загрузки;

⁷¹ Минусова И. Аппроксимируемость задачи о нескольких коммивояжерах / И. Минусова // Pandia. Институт математики и механики УрО РАН [Электронный ресурс]. URL: <https://pandia.ru/text/80/370/> (дата обращения: 03.05.2024).

– на оставшемся наборе заявок повторяются первые два этапа алгоритма для следующего исполнителя;

– процедура повторяется до назначения исполнителей по всему имеющемуся набору заявок.

Модифицированный алгоритм решения задачи может использоваться для пересчета заданий исполнителям, если возникает существенное оперативное дополнение заявок при наличии предварительно составленных маршрутов.

Предложенный базовый алгоритм решения задачи оправдывается тем, что при планировании работ и затрат времени на перемещения имеет место вероятностный фактор. Неопределенность этих величин позволяет считать, что усложнение алгоритма для поиска оптимального решения имеет скорее теоретическое значение. На практике оказывается достаточным применение сформулированной нами идеи решения задачи.

4.6. Оценка качества работы

Оценка качества услуг в телекоммуникационной компании – необходимый элемент эффективного менеджмента. Это информационная обратная связь, основа корректировки управленческих решений.

Российский рынок телекоммуникационных услуг отличается высокой конкуренцией, поэтому качество работ становится важнейшим фактором конкурентоспособности. Систематизируя определяющие факторы конкурентоспособности организации, выделим их группы – *4 П (четыре поля управленческого внимания)*:

1) *пользовательские*:

- скорость;
- разнообразие услуг;
- наличие программы лояльности;
- наличие «личного кабинета» пользователя;

2) *организационные*:

- разнообразие тарифных планов;
- широта используемых льгот в тарифных планах;

- набор бесплатных сервисов;
- организационно-технологические варианты подключения абонентов;

3) *экономические:*

- корпоративная система мотивации;
- расходы на обучение персонала;
- расходы на рекламу;
- открытость сведений о компании.

4) *стратегические:*

- финансовая устойчивость;
- уровень инвестиций;
- масштаб имеющейся кабельной сети;
- квалификация персонала;
- известность бренда.

Это множество оценок составляет базу мониторинга пользовательских услуг.

Увеличение объема информации требует сокращения времени доставки и получения абонентом необходимой информации. Измерение и оценка качества услуг – важнейшие составляющие эффективного менеджмента в телекоммуникациях.

В France Telecom сбор данных по обслуживанию трафика ведется в течение 25 лет, причем последнее десятилетие он осуществляется круглосуточно в автоматизированном режиме. Контроль примерно 20 показателей качества позволяет судить об обслуживании трафика в режиме реального времени, надежности работы сети и собирать сведения, необходимые для маркетинга.

Методика France Telecom содержит пять групп показателей:

- 1) показатели трафика;
- 2) процент потерь вызовов из-за занятости и технических неисправностей;
- 3) нагрузка в час наибольшей интенсивности межстанционных соединительных линий;
- 4) показатели надежности оконечного станционного оборудования и каналов (на основе заявлений абонентов);
- 5) показатели маркетинга.

Из отдельных показателей отметим:

- время ответа о наличии или отсутствии технической возможности с момента подачи потребителем заявления;
- время выполнения начального подключения к сети;
- количество повреждений в расчете на одну абонентскую линию;
- время ответа для справочных услуг;
- доля неуспешных вызовов;
- среднее время установления соединения;
- доля некорректно выставленных счетов;
- степень удовлетворенности потребителей качеством обслуживания;
- степень удовлетворенности потребителей техническими параметрами качества услуги;
- степень удовлетворенности потребителей качеством технической поддержки телекоммуникационной услуги.

«Наша цель – предоставить лучший сервис в каждый дом. И, конечно же, компании важно знать, как оценивают нашу работу клиенты»⁷².

В России существуют национальные стандарты в области оценки качества услуг связи, а также разработаны программы и методики контроля в этой сфере. Роскомнадзор, ответственный за контроль качества потребительских услуг, периодически проводит мониторинг и публикует данные. Однако контролируемые параметры качества услуги связи не являются обязательными. Ответственность за обеспечение надежной связи возложена на телекоммуникационные компании. Критерием оценки может быть сравнительная оценка значений параметров, используемых для качества услуг связи.

В странах Евросоюза всем потребителям гарантирован минимальный набор телекоммуникационных услуг с заданными

⁷² Ростелеком запустил удобный ресурс для оценки работы технических специалистов ЦФО // Ростелеком. Технологии возможностей [Электронный ресурс]. URL: <https://www.company.rt.ru/press/news> (дата обращения: 09.02.2024).

показателями, что регламентировано соответствующими нормативными положениями. Такие параметры, как время соединения, число неуспешных вызовов и др. оцениваются согласно рекомендациям Европейского института по стандартизации в области телекоммуникаций.

В США на провайдеров услуг не налагают обязательств по обеспечению данных значений как минимально приемлемых. Потребителю законодательно не гарантируется определенное качество обслуживания ни в виде минимального набора сервисов, ни в виде каких-либо технических характеристик подключения. Основным способом достижения целевых параметров названо обеспечение госорганами управления здоровой конкуренции на рынке услуг ШПД.

В Великобритании существует закон о коммуникациях, где регламентированы: список аккредитованных сайтов сравнения цен провайдеров различных телекоммуникационных сервисов; способы проверки доступности ШПД-услуг для заданного местоположения; сравнения и оценки качества услуг ШПД; тестирования скорости соединения подключения к Интернету.

В КНР существует «Регламент электросвязи», в котором предусмотрена периодическая оценка качества услуг связи, соответствующие нормативы. Это показатели качества обслуживания и качества связи, а также ответственность телекоммуникационной компании за их несоблюдение.

4.7. Программная система поддержки операционной деятельности

От модели управления ИТ в компании зависит гибкость бизнес-процессов, быстрота реакции на вызовы рынка, появление новых сервисов для клиентов и многое другое.

В современных условиях организации работ необходимым поддерживающим инструментом является программная среда исполнителя. Для конкретных предприятий и конкретных рабочих профессий разработана большая совокупность универсальных

и специализированных программных средств. Для телекоммуникационных компаний, в силу новизны этого сектора деятельности, программная среда исполнителей и конкретных рабочих мест проходит становление и совершенствование.

В качестве базовых программных платформ систем поддержки бизнеса (BSS) выделим:

– CRM-системы – системы абонентского обслуживания, учета абонентских данных и данных потенциальных клиентов, поддержки истории взаимодействий с абонентами, проведения маркетинговых акций и поддержки продаж;

– биллинговые системы – автоматизированные системы взаиморасчетов с абонентами и детализации предоставленных услуг, контроля своевременности оплаты, детализированного учета абонентской оплаты;

– ERP-системы – набор интегрированных приложений, которые поддерживают основные аспекты управленческой деятельности оператора: планирование ресурсов, необходимых для предоставления услуг, оперативное управление выполнением планов, учет и анализ результатов деятельности;

– FSM-система – сервис, объединяющий клиента, менеджмент и технических специалистов, повышая качество и своевременность работ;

– HubEx-система – сервис, адаптированный к отраслевым особенностям телекоммуникационной компании.

Среди основных требований, предъявляемых к ERP-системам: централизация базы данных, работа в режиме online, поддержка территориально-распределенных структур, возможность использования различных СУБД на ряде аппаратно-программных платформ⁷³.

⁷³ OSS/BSS – Системы поддержки операционной и бизнес-деятельности [Электронный ресурс]. URL: <https://pro-spo.ru/erp/1814-ossbss> <https://pro-spo.ru/erp/1814-ossbss?ysclid=lfe8vscjf9814967436> (дата обращения: 07.03.2024).

Системы поддержки оперативных решений

Для управления телекоммуникационными сетями и деятельностью подразделений компании может использоваться концепция TMN (Telecommunication Management Network). Она предусматривает четыре уровня управления⁷⁴:

1. BM (Business Management) – управление бизнесом (планирование инвестиций, оптимальное распределение ресурсов, составление финансовых отчетов, бюджетирование, обработка данных о предприятии).

2. SM (Service Management) – управление услугами (поддержка взаимодействия с клиентами, взаимодействие с другими операторами, анализ статистической информации, анализ качества обслуживания).

3. NM (Network Management) – управление сетью (контроль за функционированием сетевых элементов, конфигурирование сети для предоставления услуг клиентам, управление статистикой).

4. NEM (Network Element Management) – управление сетевыми элементами (взаимодействие с компонентами сети).

Основой взаимодействия управленческих решений на всех уровнях должна быть единая интегрированная база данных (общесистемные справочники, база контрагентов, база услуг и тарифы и т. д.).

Оперативный контроль за функционированием сети осуществляют региональные центры управления и мониторинга. Они круглосуточно отслеживают работу сетевой инфраструктуры в режиме реального времени, сетевые инциденты и аварийные ситуации.

Например, Северо-Западный региональный центр контроля ПАО «Ростелеком» контролирует сетевую инфраструктуру протяженностью более 108 тыс. км, 3 тыс. серверов, более 775 тыс. узлов сетей, свыше 5 млн единиц оборудования клиентов. Состояние каждого узла оценивается в диапазонах от 30 с до 5 мин, а суммарное количество

⁷⁴ Иванов П. Управление сетями связи. Сети/Network world / П. Иванов // Открытые системы (osp.ru). – 17.08.1999 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.osp.ru/> (дата обращения: 02.03.2024).

обследуемых параметров превышает 25 млн. В общей сложности работу центра обеспечивают 215 чел.⁷⁵.

Региональные центры работают в общей системе и являются взаимно резервирующими, опираются на единое программное обеспечение. При необходимости каждый из них обеспечивает мониторинг и управление всей сетью.

Оперативное управление строительством «последней мили» может реализовываться на основе платформы «Гермес» (компания «Техносерв»).

Система состоит из девяти взаимно интегрированных подсистем, которые могут работать как вместе, так и отдельно: управление строительством, проектирование сетей, управление разъездными бригадами, геоинформационная система, учет сетевых ресурсов, управление процессами и событиями, управление инцидентами, управление заявками, ситуационное планирование.

Система позволяет:

- управлять строительством «последней мили» на всех этапах;
- проанализировать возможность и оценить эффективность подключения заказчика к сети;
- отследить ход строительства и сдачу работ;
- взаимодействовать с корпоративными CRM- и ERP-системами.

Система автоматически составляет документацию по заключению договора и выполнению проекта. С ее помощью можно проанализировать возможность и оценить эффективность подключения заказчика к сети, а потом отследить ход строительства и сдачу работ.

Для оперативности взаимодействия диспетчера регионального центра с совокупностью технических исполнителей заявок пользователей используется цифровая платформа. В ее основе операционные системы iOS и Android, специальные программы поддержки

⁷⁵ Надежность – в приоритете: «Ростелеком» запустил Центр управления и мониторинга сети всей западной части России. Ростелеком // Технологии возможностей. – 14.03.2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.comparny.ru/> (дата обращения: 05.03.2024).

оперативных решений диспетчера. Основная задача — повысить оперативность реагирования на поступающие заявки, сократить время выдачи заданий техническому персоналу, сократить затраты на оформление заданий.

Техническое обеспечение системы — диспетчерский сервер и совокупность смартфонов исполнителей.

Цифровая платформа — это человеко-машинная система. Она позволяет:

- вести мониторинг места нахождения исполнителей;
- контролировать и учитывать выполняемые работы;
- выдавать заказ-наряды исполнителям;
- оперативно корректировать последовательность обслуживаемых заявок.

Система позволяет полностью автоматизировать процессы поддержки сотрудников, обслуживающих заявки пользователей, телекоммуникационные сети и базовые станции телекоммуникаций, трансформировать смартфон сотрудника в программно-аппаратную поддержку мобильного рабочего места, перейти на электронное формирование нарядов, оптимально распределять заявки между сотрудниками, контролировать наличие комплектующих, закрывать наряды.

Цифровая платформа, кроме поддержки управленческих решений, повышает прозрачность и оперативность взаимодействия в треугольнике: диспетчер — клиент — технические-исполнители. Диспетчеры принимают заявки, контролируют место нахождения технических работников, создают онлайн-наряды на обслуживание, контролируют сроки выполнения и качество запрошенных работ. Исполнители получают информацию в режиме реального времени и могут максимально быстро приступить к выполнению заданий, формировать и отправлять отчеты о выполненной работе.

Цифровая платформа исключает рутинные офисные процессы, ускоряет основные процессы обслуживания, полностью учитывает элементы каждого бизнес-процесса. Экономически это проявляется через снижение времени технического работника в пути,

транспортных затрат, непродуктивных затрат при оформлении плановых и отчетных документов. Увеличивается объем производительной загрузки отдельных работников, выполняемых работ, оперативность выполнения запросов клиентов.

Непрерывный мониторинг позволяет вести в реальном режиме времени контроль за выполнением и качеством заявок.

Программная поддержка диспетчера, рассматривая варианты загрузки сервисных инженеров, позволяет выбирать лучшие решения по планированию заданий, графику выполнения работ. Оптимизация производственных процессов совокупности сервисных инженеров достигается за счет алгоритмов решения задачи «Коммивояжера».

Внедрение Цифровой платформы оперативной поддержки диспетчера, специализированного программного обеспечения, интегрированного в операционные системы ПАО «Ростелеком», позволило повысить эффективность системы управления в целом. Например, норматив времени выполнения заявки (время поиска специалиста, согласования его маршрута, непосредственно прибытия специалиста на точку выполнения работ) сократилось с 15 до 4 ч.

Организационные особенности использования программной системы «Мобильный монтажник»:

1. «Мобильный монтажник» устанавливается техническим оперативным персоналом самостоятельно на личный смартфон, который удовлетворяет техническим требованиям. Для установки программного обеспечения необходимо:

- зайти в Google Play;
- найти приложение «Мобильный монтажник»;
- скачать его на смартфон.

2. После установки приложения необходимо произвести в нем личную регистрацию. Сделать это может только сотрудник, который имеется в кадровой базе в корпоративной системе, и ему предоставлен доступ для работы в мобильном приложении.

Доступ сотруднику может предоставляться только в пределах одного подразделения одного из региональных филиалов, это

обеспечивает корректную работу. Пользователь предварительно должен получить логин и пароль для доступа к мобильному приложению и использовать его только лично. Это важно, так как задания – наряды, получаемые на исполнение, назначаются только на конкретного сотрудника за счет реализации функции автоматизации и автоназначения наряда.

Push – уведомление приложения «Цифровой монтажник» оповещает выездного специалиста (исполнителя) о следующих изменениях:

- назначение наряда (задания) выездному специалисту;
- назначение исполнителей по наряду (заданию);
- снятие исполнителя с наряда (задания);
- отмена наряда (задания);
- изменение даты и времени по наряду (заданию);
- изменение состояния услуг в наряде (задании);
- изменения в наряде, если в наряде (задании) более одного исполнителя;
- добавление комментария в наряде (задании) пользователем, не назначенным исполнителем.

3. Вспомогательные функции системы включают:

- учет расхода инструмента;
- учет расхода вспомогательных материалов;
- взаимосвязь с учетом материальных ценностей на складе регионального центра;
- систему профессиональных подсказок при выдаче задания;
- оценку рисков при выдаче заданий;
- учет качества выполняемого сервиса (обратная связь от клиентов);
- оперативный расчет вознаграждения исполнителя.

Расширением системы является внедрение элементов искусственного интеллекта. Он применяется:

- для ответа на запросы клиентов;
- анализа запросов и применения персонализированного обслуживания (сегментирование клиентов);
- повышения производительности сети;

– повышения сетевой безопасности (обнаружение угроз и реагирование в режиме реального времени).

Использование системы повышает качество сервисных работ, наращивает конкурентные преимущества компании, эффективность операционной деятельности.

Одна из функций предусматривает фотофиксацию выполненных работ и последующую обработку снимков интеллектуальной программной системой. Система не только «читает» снимки, но и делает анализ качества выполненных работ.

5. МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

Комплексная методика технико-экономической оценки телекоммуникационной сети как специфического объекта управления для телекоммуникационной компании включает предлагаемый набор и методы расчета оценок, учитывающих техническое состояние, потребительскую полезность и эффективность оцениваемого объекта.

Совокупность оценок классифицирована на 8 групп с вычислением интегральной оценки:

- 1) пользовательская характеристика сети;
- 2) технологический уровень;
- 3) технологическая новизна;
- 4) оценка технологического суверенитета сети;
- 5) импортная зависимость;
- 6) ценность сети;
- 7) эффективность сети;
- 8) оценка качества работы сети.

5.1. Оценка телекоммуникационной услуги

Пользовательская характеристика сети

Укрупненные пользовательские характеристики *профиля телекоммуникационной сети* показывают ее масштаб и специализацию. К числу таких характеристик относятся:

– набор предоставляемых услуг (транспортные, информационные, компьютерные, телефония, интерактивные, широковещательные);

- территория, в пределах которой предоставляются услуги;
- количество уровней сети доступа;
- интенсивность трафика;
- тип клиентов, на которых ориентируются услуги (индивидуальные, корпоративные);
- имеющаяся во владении оператора сети инфраструктура (линии связи, коммутационное оборудование, информационные серверы и т. п.).

Исходя из масштаба и совокупности пользовательских характеристик, рассматриваемые сети можно разделить на группы (крупные, средние и мелкие; национальные, региональные и корпоративные).

Специфичность объекта «телекоммуникационная услуга» требует особого методического подхода при расчете *экономических пользовательских характеристик*.

Опираясь на общеэкономические показатели, можно сформулировать экономические показатели телекоммуникационной сети. Это могут быть абсолютные и относительные результирующие показатели.

Абсолютные результирующие показатели:

- стоимость оборудования;
- сумма инвестиций;
- интегральные затраты;
- интегральная выручка;
- выручка по видам услуг.

Относительные результирующие показатели:

- затраты на содержание в единицу времени;
- заработная плата персонала в единицу времени;
- выручка в единицу времени;
- количество пользователей в единицу времени;
- количество обращений в единицу времени;
- затраты на единицу услуги;
- цена за единицу услуги (тариф);
- выручка на единицу инвестиций;
- выручка на единицу текущих затрат.

Первой из компаний сотовой связи, которая внедрилась в 2008 г. на рынок телекоммуникаций, была компания «ВымпелКом».

В 2013 г. ежегодный объем российского рынка телекоммуникационных OSS/BSS-решений приблизился к 1 млрд долл., 80 % рынка (в денежном выражении) пришлось на операторов «большой четверки» (МТС, «ВымпелКом», «МегаФон», «Ростелеком»), оставшиеся 20 % – средние и малые телекоммуникационные операторы.

В 2021 г. глобальные расходы на телекоммуникационные сервисы и услуги только платного телевидения составили 1,57 трлн долл., что на 1,6 % больше, чем в 2020 г.⁷⁶.

Доходы от услуг связи в 2022 г. составили 1,82 трлн руб., валовая добавленная стоимость – 1,1 трлн руб.

В 2023 г. объем мирового рынка ТВ-услуг показал рост на 3 %, достигнув 1,55 трлн долл.

Основными формирующимися технологическими трендами в телекоммуникациях становятся:

- расширяющиеся возможности для подключения;
- периферийные вычисления в удаленных центрах обработки данных;
- использование искусственного интеллекта;
- повышение инвестиций в кибербезопасность;
- применение квантовых технологий.

Основные принципы формирования цены на телекоммуникационные услуги опираются на общеэкономические принципы ценообразования. Основные учитываемые факторы:

- учет рыночной ситуации;
- поддержание конкурентоспособности предприятия;
- доступность услуги для клиентов;
- размер затрат.

Совокупность факторов, учитываемых при формировании цены на телекоммуникационные услуги, значительно. Однако ключевыми интегральными факторами являются:

⁷⁶ Телекоммуникационные услуги (мировой рынок) // Государство. Бизнес. Технологии. – 07.08.2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (дата обращения: 08.08.2024).

- себестоимость услуги;
- цена конкурентов;
- качество услуги.

Основные типовые стратегии управления ценой:

- первоначально пониженные цены на продукцию (первоначальный выход, перехват пользователей);
- цены с высокой долей прибыли (монопольное состояние рынка или предоставляются уникальные услуги);
- снижение цен (вытеснение с рынка конкурента);
- нормативный расчет цены (установление нормы рентабельности в зависимости от суммы затрат и ценности услуги);
- система скидок к цене (система субсидирования возможна на отдельные виды услуг и для отдельных групп пользователей).

Одним из самых распространенных методов определения *минимального уровня цены* является затратный метод ценообразования. В его основе формирование цены как суммы детализированных элементов затрат, необходимых начислений и планируемой прибыли:

- 1) условно постоянные затраты на единицу услуги;
- 2) условно переменные затраты на производство единицы услуги;
- 3) расходы на ремонт;
- 4) оплата расходов энергоресурсов;
- 5) заработная плата основного производственного персонала;
- 6) накладные начисления на заработную плату основного производственного персонала;
- 7) расходы на рекламу;
- 8) удельная прибыль.

Анализ возможного размера цены начинается с детализации расходов на телекоммуникационную услугу. Необходимо выделить:

- условно постоянные и условно переменные расходы (как правило, доля постоянных затрат в структуре себестоимости услуг сотовой связи составляет около 90 %);
- расходы по статьям себестоимости;
- амортизационные начисления;
- накладные расходы;

- налоговые начисления;
- процентную структуру себестоимости.

Оценив издержки, можно определить нижнюю границу цены телекоммуникационной услуги. Добавив прибыль (рентабельность), получим верхнюю границу цены. Интегрально учитывается безубыточный объем продаж и готовность пользователей нести соответствующие затраты.

Принципы тарификации:

- наличие базовой тарификации;
- оплата за использование, а не за соединение;
- доступность и ясность;
- гибкость;
- отсутствие скрытых платежей.

При установлении абонентской платы можно использовать варианты:

- максимальный уровень абонентской платы;
- средний уровень;
- минимальный уровень;
- меняющийся по интервалам времени уровень абонентской платы.

Важным методическим выбором является распределение абонентской платы между постоянным и повременным тарифом по видам телекоммуникационных услуг.

Разнообразие тарифов постоянно повышается. Они отличаются составом основных и дополнительных факторов. К первым относятся: предоставляемый объем (гигабайт) Интернета, минут переговоров, объема смс, состава сервисов. В состав дополнительных факторов входят: качество связи, масштаб покрытия, возможность изменения тарифов, возможность переноса номера, состав дополнительных услуг и др.

Например, виды тарифов Tele2:

Тарифы для смартфонов: Black, «Супер онлайн», «Мой онлайн +», «Мой онлайн», «Мой разговор».

Тарифы с дополнительными возможностями: «Игровой», Premium.

Подписки: MiXX M, MiXX L, MiXX Max, MiXX S.

Тарифы для модемов, роутеров и умных вещей: «Интернет для устройств +», «Интернет для устройств», «Интернет для вещей».

Тарифы для умных устройств: «Умные вещи», «Умные часы».

Другие тарифы: классический (посекундный), тарифы для пенсионеров, тарифы для детей.

Формируя или наращивая совокупность предлагаемых тарифов, телекоммуникационная компания:

- учитывает новизну услуги;
- стремится расширить ассортимент услуг;
- стимулировать интерес у специфической группы пользователей;
- рассматривает возможность перехватить часть пользователей у конкурентов.

Особое внимание в телекоммуникационной сети уделяется «последней миле» (слово «миля» используется метафорически).

Последняя миля — это последняя стадия телекоммуникационной услуги, предоставляемой конечному пользователю. Повышенное внимание к этой стадии объясняется тем, что она часто оказывается узким местом в общей цепочке, самой дорогостоящей частью системы, труднее поддается модернизации с использованием новых технологий.

Изначально высокоскоростными были только соединения между локальными сетями. Конечные пользователи использовали существующие телефонные линии и модемы, которые обеспечивали скорость передачи данных всего в несколько сотен бит/с. Теперь почти все конечные пользователи имеют доступ к сети, скорость передачи данных в которой в сто и более раз превышает первоначальные показатели.

Прежде чем рассматривать характеристики существующих технических механизмов доставки информации «последней мили», важно выделить требования к ним:

- доступность;
- надежность;
- низкое время задержки;
- высокая пропускная способность.

Варианты технического вида последней мили:

- оптоволоконный кабель;
- коаксиальный медный кабель;
- кабель с витой парой;
- беспроводные радиосистемы;
- световолновые системы;
- инфраструктура базовых станций;
- спутниковые системы;
- системы двухточечной связи;
- агрегирование каналов связи.

Оптоволоконный кабель обеспечивает необходимые по скорости и объему сигнала потребности пользователей. Он будет востребован в течение многих лет за счет модернизации оконечной оптики и электроники без изменения инфраструктуры оптоволоконных сетей. Оптоволоконный кабель устанавливается на существующие опоры или вводится в кабелепроводы, что обеспечивает экономический выигрыш на этапе развертывания.

Беспроводная система («мобильная мила»). В отличие от проводных систем доставки, беспроводные системы используют ненаправленные волны для передачи данных. Все они, как правило, не экранированы и более подвержены воздействию нежелательных источников сигнала и шума.

Беспроводные системы имеют преимущество перед проводными системами в том, что они не требуют прокладки кабелей. Однако у них есть и недостаток, заключающийся в том, что их ненаправленный характер делает их более восприимчивыми к нежелательным помехам и сигналам. Из-за высокой частоты может быть доступна высокая скорость передачи данных. Однако препятствия и отклонение от направления этих лучей, а также поглощение элементами атмосферы, включая туман и дождь, особенно на более длинных трассах, могут значительно ограничить их использование для беспроводной связи на последней миле.

Беспроводные радиосистемы являются предпочтительным решением для передачи информации с низкой пропускной способностью на большие расстояния.

Для передачи информации с высокой пропускной способностью, а также для высоконаправленной двусторонней связи на коротких расстояниях наиболее полезны беспроводные **световолновые системы**.

Системы с более высокой пропускной способностью, такие как сотовые телефонные сети третьего поколения, требуют разветвленной инфраструктуры с большим количеством базовых станций, расположенных близко друг к другу, для поддержания связи в типичных условиях, где потери сигнала намного больше, чем в открытом пространстве, и где также необходим круговой доступ для пользователей.

Спутниковые системы имеют относительно большую протяженность, даже для низкоорбитальных спутников. Однако их развертывание обходится очень дорого. Кроме того, из-за очень большой протяженности маршрутов геостационарных спутников возникает задержка передачи информации, что делает невозможным использование многих приложений в режиме реального времени.

Спутниковые системы имеют ограничения по применению и совместному использованию, так как сигнал, который они передают, должен распространяться на относительно большую географическую территорию. Принимаемый сигнал относительно слабый, необходимы большие или направленные антенны.

Спутниковая система должна обладать очень большой информационной емкостью, чтобы вмещать в себя множество пользователей, осуществляющих обмен данными, и у каждого пользователя должна быть антенна с соответствующими требованиями к направленности и позиционированию, чтобы обеспечить необходимую скорость передачи данных.

Для наземных и спутниковых систем связи, отличающихся экономичностью и высокой пропускной способностью, при передаче на последнюю милю требуются **системы двухточечной связи**. Это наиболее популярный подход, который предусматривает большое количество узлов, конечных пунктов назначения или конечных пользователей. Относится к фиксированной **беспроводной** передаче данных для Интернета или передачи голоса по IP

с использованием радио- или микроволновых частот в гигагерцевом диапазоне. Операторы связи часто используют такие линии, когда прокладка оптического волокна либо невозможна (из-за природных условий), либо экономически невыгодна.

Недавно был изобретен новый тип информационного транспорта, занимающий промежуточное положение между проводными и беспроводными системами – E-Line, он использует один центральный проводник, но не имеет внешнего проводника или экрана. Энергия передается в виде плоской волны, которая, в отличие от радиоволн, не рассеивается, но, как и радиоволны, не имеет внешней направляющей структуры. Предназначена для удаленного подключения устройств к локальной компьютерной сети по двухпроводной линии. Позволяет расширить локальную сеть без прокладки дополнительных проводов и обеспечивает связь на расстоянии до 300 м.

Агрегирование каналов связи – это объединение нескольких физических портов в одну логическую магистраль на канальном уровне с целью образования высокоскоростного канала передачи данных. Все избыточные связи в одном агрегированном канале остаются в рабочем состоянии, а имеющийся трафик распределяется между ними для достижения балансировки нагрузки. При отказе одной из линий, входящих в канал, трафик распределяется между оставшимися линиями.

5.2. Оценка технологического уровня телекоммуникационной сети

Технологический уровень телекоммуникационной сети привязан к поколениям технологии телекоммуникационной связи. Переход систем связи по поколениям 1G, 2G, 3G и т. д. – это повышение базовых возможностей техники, технологии и ценности систем связи.

Переход технологии связи от одного поколения к следующему дает новые возможности для потребителей, расширяет области применения телекоммуникаций, стимулирует развитие отраслей экономики.

«В контексте “новой инфраструктуры” 5G является фундаментальной коммуникационной инфраструктурой. Высокоскоростная связь может не только обеспечить важную поддержку сетей для других инфраструктур, таких как центры обработки данных, искусственный интеллект и промышленный интернет вещей, но и ускорять внедрение в различных отраслях таких ИТ, как большие данные и облачные вычисления. Это важно для цифровой экономики» (Сунь Сунлинь, профессор Пекинского университета почты и телекоммуникаций)⁷⁷. Высокоскоростная передача данных определит следующий этап технологической революции.

Рейтинговая оценка технологического уровня k_1 может быть принята как приближение к 1. В настоящее время за $k_1 = 1$ принимается оборудование 6G, за $k_1 = 0$ – оборудование 1G, следовательно, сети более низкого технологического уровня будут характеризоваться оценками:

$$3G - k_1 = 0,4; 4G - k_1 = 0,6; 5G - k_1 = 0,8.$$

Технологическая новизна

Технологическая новизна показывает сравнение технико-эксплуатационных показателей используемого оборудования с лучшими аналогами, имеющимися у других предприятий, отечественными или зарубежными. При этом сравнение осуществляется по значимым показателям применения оборудования. Это может быть энергопотребление в единицу времени, надежность, масса, ремонтпригодность и т. д.

Оценивается технологическая новизна через систему показателей, приводимых к одному интегральному:

$$k_2 = (\sum_j^n = 1 a_j p_j / p_j^0) / n, \\ 0 \leq a_i \leq 1,$$

где a_j – коэффициент значимости j -го показателя оборудования для учета в интегральной оценке; p_j – фактическая величина j -го

⁷⁷ Почему 5G называют фундаментом цифровой экономики // Телеком. Сnews [Электронный ресурс]. URL: <https://telecom.cnews.ru>; Весник связи. Инновации. – 19.06.2020 (дата обращения: 06.04.2024).

показателя; p_j^0 – величина j -го показателя у лучшего зарубежного или отечественного аналога. Коэффициенты a_j оцениваются экспертами исходя из важности показателя для интегральной работоспособности оборудования.

Приводимое соотношение предполагает, что лучшим является большее значение показателя, в противном случае оценка вычисляется как p_j^0 / p_j .

Если показатель у используемого оборудования лучший среди аналогов, то оценка принимается за 1.

При выборе эталонной модели возможны два варианта:

- 1) выбор лучшего оборудования из аналогов;
- 2) выбор совокупности лучших показателей от разных аналогов.

При прочих равных условиях более высокий технологический уровень оборудования обеспечивает лучшую конкурентоспособность компании.

Оценка технологического суверенитета сети

Технологический суверенитет – это защищенность интересов компании:

– от недружественных действий партнеров – поставщиков оборудования;

– осложнений, возникающих в связи с неблагоприятными внешними тенденциями;

– последствий событий в мире и государстве.

Например, В. К. Фальцман предлагает под технологическим суверенитетом понимать *«способность того или иного вида экономической деятельности обеспечить народное хозяйство своей продукцией надлежащего качества, пусть даже частично за счет ее импортных поставок, но при обязательном условии возмещения импортных затрат за счет поступлений от реализации собственного экспорта»*⁷⁸. Полная технологическая безопасность возможна исключительно

⁷⁸ Степанова Т. Д. Технологический суверенитет России как элемент экономической безопасности / Т. Д. Степанова // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2022. – Т. 12. – № 9А. – С. 567–577.

на основе отечественного оборудования, которое должно соответствовать лучшим мировым достижениям.

Понятие «технологический суверенитет» появилось в научной литературе в последние десять лет. Устоявшегося его определения пока нет, научных работ по этой тематике немного.

В стратегии развития отрасли связи до 2035 г. особо выделяется понятие технологического суверенитета – способность обеспечить управляемость сетями и всеми пользовательскими устройствами, находящимися на территории России.

Методы измерения технологического суверенитета рассмотрены в работах целого ряда ученых, отметим, например, работы П. Гранта, В. К. Фальцмана, С. В. Шкодинского, Е. А. Гушиной, М. Ю. Сергина, Т. И. Фараджова, Дж. Эндлер.

Особую значимость этой проблемы для информационной инфраструктуры подчеркивает соответствующий Указ Президента РФ № 166 от 30.03. 2022⁷⁹.

Для оценки технологического суверенитета необходима система индикаторов.

Нами предлагается использовать для оценки технологического суверенитета компании совокупность из трех факторов:

- 1) импортной зависимости;
- 2) технологической новизны;
- 3) эффективности оборудования.

Импортная зависимость

Данный фактор характеризует импортную зависимость от стран – поставщиков оборудования двумя показателями:

– укрупненному:

$$k_3 = \sum_i b_i / B,$$

– детализированному:

⁷⁹ Указ Президента Российской Федерации от 30.03.2022 г. № 166 «О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».

$$k_3 = \sum ibiri / B,$$

$$0 \leq r_i \leq 1,$$

где B — общая стоимость оборудования; b_i — стоимость i -й импортной составляющей; r_i — риск срыва i -й импортной поставки (при замене, ремонте, отказе).

Величина r_i зависит от категории страны-импортера (степень вовлеченности в международную кооперацию с Российской Федерацией); риска разрыва кооперации; наличие альтернативы для используемой импортной поставки (возможно, с худшими показателями).

5.3. Ценность сети

Ценность сети определим как потенциальную возможность сети оперативно обеспечивать связь при обращении пользователя. При этом может возникать сетевой эффект, когда ценность услуги для одного пользователя зависит от числа других вовлеченных потребителей данного товара (услуги)⁸⁰.

Первым законом, определяющим ценность сети, был закон Дэвида Сарноффа: финансовая стоимость вещательной сети прямо пропорциональна количеству людей, которые ею пользуются:

$$V = Kxn.$$

Затем была предложена формула полезности сети, формула Роберта Меткалфа:

$$V = Kxn^2,$$

где K является коэффициентом ценности, n — числом пользователей сети.

Согласно Р. Меткалфу, ценность всей системы растет быстрее, чем число элементов сети (приблизительно как квадрат числа компонентов). В дальнейшем практика показала, что этот закон преувеличивает ценность сети общего пользования, поскольку он не

⁸⁰ Семь основных законов компьютерной сети // Информатика. Операционные системы и архитектура компьютерных сетей. — Вып. 10. — 2023.

учитывает типичные шаблоны использования. В больших сетях относительно меньшее количество пользователей, как правило, генерирует большую часть трафика.

Корректируя формулу Меткалфа, Дэвид Рид предположил (2001), что *ценность больших сетей может экспоненциально увеличиваться в зависимости от размера сети*.

Затем Дж. Ципф (американский лингвист из Гарвардского университета) высказал предположение, что оценка ценности (полезности) сети может быть определена следующим образом:

$$V = n \log n.$$

В нем, в отличие от первых трех законов, ранжируются ценности связей. Чем больше сетевых подключений, тем сильнее Интернет влияет на экономику и общество.

Закон Дж. Гильдера гласит, что пропускная способность растет как минимум в три раза быстрее, чем компьютерная мощность.

Род Бекстром в 2009 г. сформулировал, что стоимость сети равна чистой стоимости, добавленной к транзакциям каждого пользователя, которые проводятся через эту сеть, оцениваются с точки зрения каждого пользователя и суммируются для всех. Этот закон предполагает, что полезность сети зависит не только от размера (как в законе Меткалфа), но и от полезности времени, проведенного с использованием сети.

Джозеф Наккио, исполнительный директор телекоммуникационной отрасли, предположил, что *количество портов и цена за порт шлюза IP улучшаются на два порядка каждые 18 месяцев*. Это положение опирается на тенденции технического и пространственного развития сети, предполагая, что сложившиеся тенденции сохраняются в будущем.

Прежде чем сформулировать предлагаемую зависимость для оценки ценности сети, отметим ряд положений, которые следует иметь в виду, предлагая правило оценки сети.

1. Оценивая ценность сети, следует учитывать, что взаимодействия в глобальных сетях:

- снижают экономические риски;

- сокращают затраты времени;
- способствуют росту общей производительности в экономике;
- снижают издержки пользователей за счет роста скорости обработки и передачи информации;
- сокращают время разработки новых продуктов и осуществления сервисного обслуживания.

2. Конечному пользователю нужны доступность сервисов, их качество и разнообразие, разумные цены на услуги и контент. Пользователю также желательно получать необходимые виды обслуживания.

3. Сетевые операторы заинтересованы в привлекательности своей инфраструктуры для всех возможных категорий потребителей ее услуг, в возмещении затрат, позволяющем развивать сеть связи по таким параметрам, как покрытие, пропускная способность, функциональность, а также в прибыльности бизнеса.

Отмеченные ранее факторы позволяют предложить скорректированную формулу Ципфа:

$$k_4 = R r_1 r_2 r_3 n \log_n,$$

$$0 \leq r_i \leq 1, i = 1, 2, 3,$$

где k_4 – оценка полезности сети; n – число пользователей сети; r_1 – показатель качества покрытия территории, устойчивости приема и передачи; r_2 – показатель присутствия сетей компании в других регионах; r_3 – показатель соответствия принятых в сети тарифов ценностным представлениям пользователей; R – коэффициент пропорциональности расчетных единиц учитываемых показателей единицам измерения ценности сети.

5.4. Эффективность сети

Главный показатель эффективности функционирования ТКС – время доставки информации. Он зависит от ряда факторов: структуры сети связи, пропускной способности линий связи, способов соединения каналов связи между взаимодействующими абонентами, протоколов информационного обмена, методов доступа абонентов к передающей среде, методов маршрутизации пакетов и др.

Отмечая эффективность сети, можно выделить техническую и экономическую оценки.

Обобщенной характеристикой технической эффективности систем связи является коэффициент использования канала по пропускной способности, который характеризует реальную скорость передачи информации R по отношению к пропускной способности C канала связи: $\eta = R/C$.

Для оценки эффективности использования канала связи по мощности (энергетическая эффективность) применяют коэффициент

$$\beta = R / (P / N),$$

а эффективности по полосе частот (частотная эффективность) коэффициент

$$\gamma = R / \Delta F,$$

где P – мощность сигнала; N – спектральная плотность шума; F – ширина полосы частот, занимаемой сигналом.

Экономическая эффективность оценивается через два показателя затрат:

- 1) инвестиционную эффективность (стоимость оборудования B);
- 2) эксплуатационную эффективность (текущие расходы h).

Основные результирующие показатели телекоммуникационного оборудования:

- средний объем передаваемого трафика за сутки V ;
- пропускная способность в секунду g .

Показатели эффективности будут:

$$k_5^1 = (V / B) / (V^0 / B^0), k_5^2 = (g / B) / (g^0 / B^0),$$
$$k_5^3 = (V / h) / (V^0 / h^0), k_5^4 = (g / h) / (g^0 / h^0).$$

Здесь величины V^0, B^0, g^0, h^0 – это показатели лучшего имеющегося зарубежного или отечественного аналога.

Интегральный показатель технологического суверенитета:

$$k_5 = (\sum_{i=1}^4 c_i k_5^i) / 4,$$
$$0 \leq c_i \leq 1,$$

где c_i – коэффициент значимости i -го показателя.

Значение интегрального показателя находится в интервале от 0 до 1.

Оценка качества работы сети

Рейтинговую оценку ценности сети следует дополнить количественной экономической оценкой, в качестве которой наиболее подходящей является показатель $F = \text{ЕВІТДА}$ – прибыль компании за вычетом амортизации. Телекоммуникационные компании отличаются значительными средствами, вкладываемыми в оборудование и, кроме того, достаточно быстро обновляемого. Такая оценка дает наиболее точную характеристику экономического результата телекоммуникационной компании, ее финансовой устойчивости и операционной эффективности.

Особенности деятельности телекоммуникационной компании позволяют предложить расширенную оценку ЕВІТДА , чтобы учесть проводимые масштабные проекты по инвестициям.

Расширенная оценка опирается на текущий, ретроспективный и плановый периоды реализуемых проектов:

$$F_1 = \sum t = 1^T \text{ЕВІТДА} (t),$$
$$F_2 = \sum t = -U^U \text{ЕВІТДА} (t),$$

где T – плановый период реализации реализуемых проектов (2–5 лет), U – учитываемый предшествующий период (2–5 лет).

В этом случае мы фактически учтем прибыль будущего и предшествующего периодов, что будет более корректно при сравнении успешности разных компаний с разным потоком капитальных вложений:

$$V_1 = a_0 F + a_1 F_1 + a_2 F_2,$$

где a_0, a_1, a_2 – коэффициенты экспертной значимости.

Сочетание рейтинговой оценки и экономического показателя позволяет оценить ценность сети и успешность компании.

Увеличение объема информации требует сокращения времени доставки и получения абонентом необходимой информации. Измерение и оценка качества услуг – важнейшие составляющие эффективного менеджмента в телекоммуникациях.

Согласно рекомендациям Международного союза электросвязи выделяют качество телекоммуникационных услуг (качество функционирования сети) и качество обслуживания (удовлетворения пользователей).

Для количественной оценки показателей сети передачи данных Международный союз электросвязи установил следующие показатели⁸¹:

- средняя задержка передачи пакетов информации;
- отклонение от среднего значения задержки передачи пакетов информации;
- коэффициент потери пакетов информации;
- коэффициент ошибок в пакетах информации.

В France Telecom сбор данных по обслуживанию трафика ведется в течение 25 лет, причем последнее десятилетие он осуществляется круглосуточно в автоматизированном режиме. Контроль примерно 20 показателей качества позволяет судить об обслуживании трафика в режиме реального времени, надежности работы сети и собирать сведения, необходимые для маркетинга⁸².

Методика France Telecom содержит пять групп показателей:

- 1) показатели трафика;
- 2) процент потерь вызовов из-за занятости и технических неисправностей при установлении соединений и их составляющие;
- 3) нагрузка в ЧНН пучков межстанционных соединительных линий;
- 4) показатели надежности окончного станционного оборудования и каналов (на основе заявлений абонентов);
- 5) показатели маркетинга.

Выполненный анализ опыта национальных и зарубежных компаний позволяет предложить следующие обобщенные показатели

⁸¹ Рекомендации Международного союза электросвязи [Электронный ресурс]. URL: <http://niits.ru/public/2009/2009-017.pdf> (дата обращения: 25.06.2024).

⁸² *Туманбаева К. Х.* Качество обслуживания в телекоммуникационных сетях : конспект лекций / К. Х. Туманбаева. – Алматы : Изд-во Алматинского ун-та энергетики и связи, 2012. – 64 с.

функционирования сети: устойчивость (надежность, живучесть, помехоустойчивость), своевременность, достоверность (потери, ошибки), информационная безопасность, качество обслуживания.

Из отдельных показателей отметим:

- время ответа о наличии или отсутствии технической возможности с момента подачи потребителем заявления;
- время выполнения начального подключения к сети;
- количество повреждений в расчете на одну абонентскую линию;
- время ответа для справочных услуг;
- долю неуспешных вызовов;
- среднее время установления соединения;
- долю некорректно выставленных счетов;
- степень удовлетворенности потребителей качеством обслуживания;
- степень удовлетворенности потребителей техническими параметрами качества услуги;
- степень удовлетворенности потребителей качеством технической поддержки телекоммуникационной услуги.

«Наша цель – предоставить лучший сервис в каждый дом. И, конечно же, компании важно знать, как оценивают нашу работу клиенты. С помощью новой формы оценки мы сможем оперативно получать обратную связь и свести к нулю число нерешенных проблем»⁸³.

На первом этапе оценки используется обобщенный показатель NPS, отражающий интегральное мнение клиентов:

$$k_4^1 = f(\text{NPS}),$$

где $f(\text{NPS})$ – бальная оценка NPS в интервале от 0 до 1.

Показатель NSP характеризует индекс потребительской лояльности и показывает степень удержания пользователей. Показатель введен в 2003 г. и сегодня активно используется компаниями

⁸³ Ростелеком запустил удобный ресурс для оценки работы технических специалистов ЦФО // MKRU. – 31.10.2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://rzn.mk.ru/social/> (дата обращения: 25.05.2024).

разных типов⁸⁴. Динамика этого показателя позволяет оценивать изменение отношения пользователей к предоставляемым услугам.

В случае резкого изменения обобщенного показателя необходимо перейти к детализированной оценке (для выявления причин возникшей ситуации). Для этого используются две системы показателей: оценки со стороны телекоммуникационной компании и оценки со стороны клиента.

Улучшение качества обслуживания клиентов включает:

- анализ и применение лучших практик обслуживания клиентов;
- оценку удобства пользования услугами (возможность решения проблем клиента и получение информационной и консультационной поддержки в любое время и через различные каналы обслуживания);
- разработку и внедрение передовых стандартов работы с абонентами (скорость подключения услуг, времени дозвона в службу поддержки и т. д.);
- разработку перспективных (не имеющих аналогов уникальных и экономически привлекательных продуктов) пакетов услуг;
- применение привлекательной тарифной линейки;
- оптимизацию соотношения стоимости и наполнения пакетного предложения телекоммуникационных услуг.

Предлагаемая комплексная система оценки качества работы специалистов центров технического обслуживания включает несколько видов и уровней показателей. Она направлена на автоматизацию процесса оценки качества и внедрение оценок качества в систему принятия решений.

Мнение клиентов собирается с помощью специально разработанной формы и состава показателей оценки качества работы:

- стоимости работ по установке оборудования;
- времени исполнения работ по установке оборудования;
- стоимости телекоммуникационных услуг;

⁸⁴ Ф. Рейхельд. Книга о настоящей прибыли и реальном росте / Ф. Рейхельд. – М. : Поколение, 2007. – 256 с.

- качества работы оборудования;
- качества технической поддержки.

Клиент оценивает каждый показатель h_j по школе от 1 до 5 баллов, на основе чего автоматически формируется отчет (фактическая обратная связь):

$$k_6 = (\sum_j^n = 1 a_j h_j / 5) / n,$$

где n – число показателей; a_j – коэффициенты значимости показателей.

5.5. Интегральная оценка сети

Предложенная методика оценки телекоммуникационной сети включает шесть показателей k_j . Они позволяют обоснованно принимать решение пользователю при выборе оператора связи, телекоммуникационной компании при построении стратегии развития.

Количественные характеристики телекоммуникационной сети позволяют обоснованно оценивать свои возможные действия совокупности пользователям и менеджменту телекоммуникационной компании. Пользователь, исходя из своих предпочтений, получает основу для выбора поставщика телекоммуникационных услуг. Это могут быть предпочтительные оперативные характеристики, будущие ожидаемые параметры сотовой сети, характеристики престижности оператора. Менеджмент телекоммуникационной компании, сравнивая оценки собственной сети с показателями сетей у конкурентов, принимает оперативные решения по организации сопровождения телекоммуникационной сети и стратегические решения по инвестированию средств в ее техническое развитие.

При построении совокупности оценочных показателей необходимо учесть их координацию с показателями качества оказания услуг для широкого круга потребителей и одновременно с показателями научно-технического развития аппаратной базы сетей.

Интегральная оценка позволяет оценить телекоммуникационную сеть комплексно, учитывая все отмеченные выше компоненты. Методы построения такой оценки могут быть различные (матрица критериев, метод парных сравнений, метод АВС-анализа,

экспертная оценка составляющих, иерархия критериев и др.).
Нами предлагается единая количественная оценка, сформированная на экспертной свертке частных показателей.

Использование взвешенной интегральной оценки позволяет выбрать экспертные оценки каждому показателю, учитывая различные факторы:

$$J = \sum_j^6 = 1 c_j k_j / 6,$$

где c_j – экспертная оценка j -го показателя; k_j – значение частного j -го показателя.

Основные результирующие показатели телекоммуникационного оборудования:

- средний объем передаваемого трафика за сутки V ;
- пропускная способность в секунду g .

Совокупность показателей позволяет:

- оценить уровень технологического суверенитета;
- обосновать необходимость национальных программ создания телекоммуникационного оборудования (выделение государственного финансирования, предоставление льготных кредитов, освобождение от НДС НИОКР);
- стимулировать разработку целевой программы перспективного спроса на соответствующее телекоммуникационное оборудование, с предоставлением отечественным производителям гарантий спроса;
- определить направление инвестирования в разработку и заказ соответствующих НИОКР;
- определить направления поиска альтернативных поставщиков оборудования;
- обосновать необходимость создания совместного производства по критическому оборудованию.

5.6. Оценка стоимости компании

Телекоммуникационные компании достигают успеха, благодаря адаптации системы менеджмента к уровню цифровой экономики, реагированию на вызовы внешней среды и грамотному стратегическому планированию.

Возможные варианты концепции стратегического плана:

1. «Ускоренный рост» предполагает формирование финансовых ресурсов в качестве главной цели.

2. «Повышение эффективности», т. е. оптимального управления финансовыми ресурсами и денежными потоками.

3. «Финансовая и компьютерная безопасность».

Каждая из них может быть приоритетной на конкретном временном этапе, но при учете двух других.

Интегральной оценкой стратегической успешности компании является показатель ее «стоимости».

Нормативными документами, регламентирующими методы оценки, являются Закон об оценочной деятельности и Федеральные стандарты.

Под рыночной стоимостью объекта понимается наиболее вероятная цена, по которой данный объект оценки может быть отчужден на открытом рынке в условиях конкуренции, когда стороны сделки действуют разумно⁸⁵. Методические варианты оценки стоимости компании опираются на четыре типовых подхода:

1) затратный (имущественный) — сумма издержек, которая необходима для замещения объекта оценки, разница между стоимостью, актуальной на момент расчета, составляющих его активов и обязательств;

2) доходный — оценка дисконтированных потоков выручки, чистой прибыли, процентных расходов, амортизационных отчислений, капитальных вложений, внеоборотных активов (факторы, учитываемые при доходном методе: стоимость клиентской базы, имеющиеся лицензии; доступ к частотам, емкости, каналам; нематериальные активы; квалификация персонала);

3) сравнительный (аналоговый) — стоимость компаний-аналогов, по которым были сделки ранее (для определения сопоставимости аналогов и оцениваемого предприятия часто используется экспертный метод);

⁸⁵ Об оценочной деятельности в Российской Федерации. Федеральный закон от 29 июля 1998 г. № 135-ФЗ.

4) «справедливая стоимость», метод «4–8 EBITDA» – определение интервала стоимости от четырех до восьми сумм годовой прибыли до вычета расходов по выплате процентов, налогов, износа и начисленной амортизации.

Выбор подхода оценки зависит от финансовой ситуации в компании и наличия необходимой для расчета информации. Универсальным признается доходный подход. В случае существенных расхождений результата, полученного разными подходами, следует выявить причины этого и выбрать наиболее обоснованный.

Доходный подход реализуется различными методами, основанными на учете ожидаемых будущих доходов от использования объекта оценки.

Стоимость компании зависит от целей ее последующего применения, в связи с чем она имеет разные денежные значения:

- рыночная (цена имущества, с учетом доходов);
- инвестиционная (стоимость имущества на этапе инвестирования бизнеса);
- текущая (сумма вложенных затрат с учетом активов);
- ликвидационная (выручка от продажи, за исключением затрат на ликвидацию).

Успешность, а следовательно, и ценность, телекоммуникационной компании определяется:

- качеством предоставляемых услуг;
- инновационностью используемых технологий (новые стандарты, интернет вещей (IoT), облачные решения, информационно-аналитические продукты);
- маркетинговой политикой;
- клиентоориентированностью;
- потенциалом финансовой и кибербезопасности.

Расчет стоимости телекоммуникационной компании опирается на значительный аналитический материал:

- состоянием отрасли;
- клиентской базой, репутацией;
- доходами, расходами, прибылью, наличием долговых обязательств (финансовое состояние);

- юридической репутацией (правовая чистота сделок);
- конкурентным преимуществом, рыночной позицией;
- технической инфраструктурой (эффективность оборудования, потребность в инвестициях);
- перспективами развития компании;
- будущими денежными потоками.

На 2023 г. крупнейшими по капитализации телекоммуникационными компаниями являются:

- China Mobile (рыночная капитализация примерно 188,42 млрд долл.);
- Comcast (рыночная капитализация примерно 169,71 млрд долл.);
- Verizon (рыночная капитализация примерно 158,99 млрд долл.).

ПАО «Ростелеком» – крупнейшая российская компания сектора информационных и телекоммуникационных технологий, присутствующая во всех сегментах рынка услуг связи⁸⁶:

- компания лидирует на рынках услуг широкополосного доступа (ШПД) и платного телевидения;
- количество абонентов мобильной связи, благодаря поглощению Tele2, составило 46,6 млн;
- выручка 546,9 млрд руб. за 2020 г.;
- чистая прибыль 23,3 млрд руб. за 2020 г.;
- уставный капитал компании представлен 2,57 млрд обыкновенных акций и 210 привилегированными именованными бездокументарными акциями типа.

Специфику стоимости активов телекоммуникационной компании проиллюстрируем на примере стоимости вышек сотовой связи. Для них влияющими факторами оказываются:

⁸⁶ Делицын Л. «Ростелеком» – строитель инфраструктуры российской цифровой экономики / Л. Делицын // Аналитика, обзор рынка и прогнозы. – 21.09.2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.finam.ru/publications/item/> (дата обращения: 26.06.2024).

– местоположение (активы, находящиеся в плотно населенных районах, могут иметь более высокую стоимость из-за большего спроса на связь и доступность услуг);

– техническое состояние;

– потенциал доходности (клиентская база, арендная плата, обязательства);

– конкурентная среда (наличие вышек партнеров в ближайшем территориальном окружении);

– государственные риски (вероятность изменения правил регулирования работы вышек сотовой связи);

– ожидаемые технологические инновации (например, переход на другой стандарт связи).

Этот пример иллюстрирует сложность комплексного анализа стоимости компании и наличие множества разнородных факторов. В свою очередь, отмеченные факторы влияют и на интегральные показатели результативности работы компании. Например, масштаб абонентской базы оказывает влияние:

– на выручку и прибыль;

– удельные расходы на обслуживание абонента;

– устойчивость к изменениям на рынке;

– репутацию.

Оценки стоимости предприятия являются базой для разработки стратегии развития организации и бизнес-плана реорганизации предприятия, переоценке основных производственных фондов, получения кредита под залог имущества, определения стоимости бумаг при купле-продаже акций компании на фондовом рынке, для определения страховой стоимости предприятия и для других целей⁸⁷.

⁸⁷ Гончарова Н. Д. Оценка стоимости бизнеса в телекоммуникациях / Н. Д. Гончарова, Ю. С. Терехова // Экономика и предпринимательство. – 2015 [Электронный ресурс]. URL: <https://naukarus.com/otsenka-stoimosti-biznesa-v-telekommunikatsiyah> (дата обращения: 24.04.2024).

*Глухов Владимир Викторович
Логинов Александр Евгеньевич*

**МЕНЕДЖМЕНТ
В ОРГАНИЗАЦИИ,
ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ
ИНФРАСТРУКТУРУ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
(МОДЕЛИ, ИНСТРУМЕНТЫ)**

Монография

Корректоры: *Ю. В. Маркова, Н. Б. Цветкова*
Компьютерная верстка *Е. Н. Никулкиной*
Дизайн обложки *О. А. Костюшенко*

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции
ОК 005-93, т. 2; 95 3004 – научная и производственная литература

Подписано в печать 25.11.2024. Формат 60×84/16. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 10,0. Тираж 50. Заказ 4273.

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре
Политехнического университета.
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.
Тел.: (812) 552-77-17; 550-40-14.

