

УДК 338.47

***ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА БАЙЕСОВСКИХ СЕТЕЙ ДОВЕРИЯ
ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ В
КРЫМУ***

Дремова У.В.

к.э.н., доцент,

ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет,

Севастополь, Россия

Кошелюк Д.Г.

студент,

ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет,

Севастополь, Россия

Аннотация

Актуальность статьи заключается в том, что современный подход к построению макроэкономики базируется на предварительном микроэкономическом описании поведения экономических агентов с последующим объединением отдельных моделей в единую макроэкономическую модель, описывающую экономику в целом, в то же время современные концепции повышения эффективности деятельности конкретно взятого предприятия базируются на теории, методологии и практике управления качеством.

Изучению оценки качества предоставления услуг связи уделено большое внимание в научной литературе, однако вопросы применения аппарата байесовских сетей доверия для оценки качества телекоммуникационных услуг слабо освещены.

Целью данного исследования является исследование вопросов оценки качества продукции, которая позволит принимать более взвешенные

управленческие решения касательно проектов по изменению качества оказания услуг связи.

Теоретико-методологическую основу статьи составили нормативные документы, регламентирующий процесс управления качеством продукции, в частности в сфере оказания услуг связи, а также научные работы отечественных авторов в области теории массового обслуживания: научные труды Рыкова В.В [14], Соколова Г.А. [16], Новикова А.И. [12], Бычкова Е.Д. [7] в области математического моделирования состояний цифровой телекоммуникационной сети с использованием теории нечетких множеств.

Приведенная в работе стохастическая модель для анализа качества оказания услуг связи в Республике Крым показывает, что предприятиям в регионе в большей степени требуется направлять ресурсы на повышение лояльности потребителей, чем на улучшение технической базы.

Ключевые слова: Байесовская сеть доверия, метод Монте-Карло для определения площади, стохастические модели оценки, поколения беспроводной телефонной технологии, категории понятия «качество».

APPLICATION OF BAYESIAN NETWORK TO ASSESS THE QUALITY OF TELECOMMUNICATION SERVICES IN THE CRIMEA.

Dremova U.V.

Candidate of Economics, Associate Professor

Sevastopol State University,

Sevastopol, Russia

Koshelyuk D.G.

student,

Sevastopol State University,

Sevastopol, Russia

Abstract

The relevance of the article lies in the fact that the modern approach to building macroeconomics is based on a preliminary microeconomic description of the behavior of economic agents, followed by the integration of individual models into a single macroeconomic model that describes the economy as a whole, while at the same time, modern concepts of improving the efficiency of a particular enterprise are based on the theory, methodology and practice of quality management.

Much attention is paid to the study of the quality assessment of the provision of communication services in the scientific literature; however, the issues of using the Bayesian belief networks for assessing the quality of telecommunication services are poorly covered.

The purpose of this study is to study the issues of product quality assessment, which will allow making more informed management decisions regarding projects to change the quality of communication services.

The theoretical and methodological basis of the article was made up of regulatory documents regulating the process of product quality management, in particular in the field of communication services, as well as scientific works of domestic authors in the field of queuing theory: scientific works of Rykov V.V. [14], Sokolov G.A. [16], Novikova A.I. [12], Bychkova E.D. [7] in the field of mathematical modeling of the states of a digital telecommunication network using the theory of fuzzy sets.

The stochastic model presented in the paper, for analyzing the quality of communication services in the Republic of Crimea, shows that enterprises in the region are more required to direct resources to increase consumer loyalty than to improve the technical base.

Keywords: Bayesian belief network, Monte Carlo method for area determination, stochastic estimation models, generations of wireless telephone technology, categories of the concept of "quality".

Положение о качестве услуг предусматривает систему целенаправленных действий в течение всего жизненного цикла среды ее обеспечения. В связи с этим существует теснейшая связь состояние качества услуги от состояния сетевого элемента (СЭ) телекоммуникационной сети (ТКС) [7, с.1]. Итак, между качеством услуги и качеством СЭ есть многопараметрическая причинно-следственная связь, которая может быть детерминированной и стохастической. Последняя может моделироваться байесовскими сетями [17], при условии её априорной стационарности.

Байесовская сеть - это ориентированный ациклический граф, каждой вершине которого соответствует случайная переменная, а дуги графа кодируют отношения условной независимости между этими переменными. Вершины могут представлять переменные любых типов, быть взвешенными параметрами, скрытыми переменными или гипотезами.

Причем следует понимать, что данный граф обладает некоторыми важнейшими свойствами [17]:

- каждая вершина представляет собой событие, описываемое случайной величиной, которая может иметь несколько состояний;
- все вершины, связанные с «родительскими» определяются таблицей условных вероятностей или функцией вероятностей;
- для вершин без «родителей» вероятности её состояний являются безусловными.

Изображение простейшей байесовской сети представлено в статье в виде (рис.1), взятого из работы Бычкова Е.Д. [7].

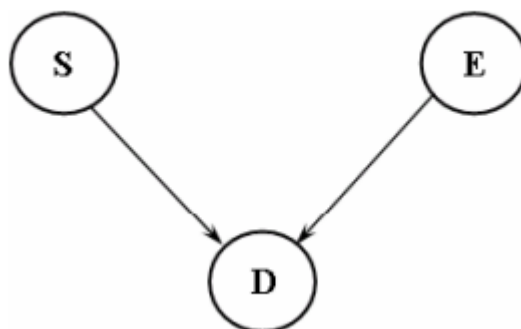


Рис. 1 – Простейшая байесовская сеть доверия

Формализовано данную простейшую модель байесовской сети доверия можно представить, как:

$$P(D, S, E) = P(D|S, E) * P(S|E) * P(E), \quad (1.1)$$

где $P(D | S, E)$ – вероятность наступления всех событий вместе; $P(S | E)$ – двух событий вместе; $P(E)$ – вероятность наступления одного события.

Основываясь на данной простой модели можно построить более сложную модель, которая будет характеризовать качество оказания услуг связи на территории Республики Крым.

Исходя из отчёта 2021 года о деятельности предприятия ООО «К-телеком» [15] уровень сигнала связи и скорость приема/передачи данных 3G/4G имеет покрытие, изображенное на (рис.2 и рис.3).

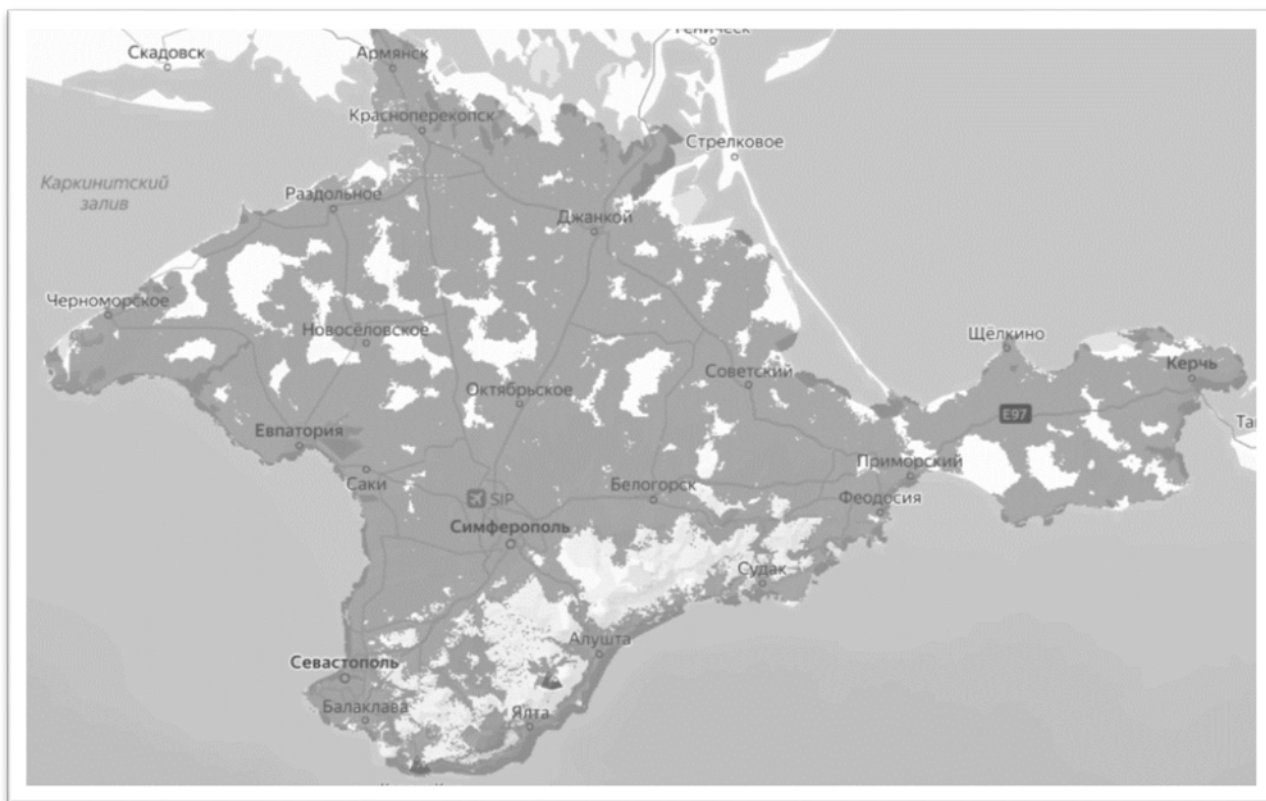


Рис. 2 – Карта покрытия третьего поколения беспроводной телефонной
ТЕХНОЛОГИИ



Рис. 3 – Карта покрытия четвертого поколения беспроводной телефонной технологии

Используя метод Монте-Карло для определения площади [10, с.261], можно констатировать, что зона покрытия 3G составляет 74% площади полуострова, в то время как зона покрытия 4G – составляет 21%. Так как зоны покрытия совпадают между собой, то для упрощения модели предположим, что в случае присутствия обоих поколений беспроводной телефонной технологии выбирается более современная технология. Тогда вероятность того, что пользователь из случайной точки полуострова будет пользоваться услугами связи с технологией 4G составляет 21%, с технологией 3G - 53%, и с вероятностью в 26% аналоговую технологию прошлых поколений.

Согласно нормативным документам, таким как: Федеральный закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» от 26.12.2008 № 294-ФЗ (ред. от 12.11.2012) [4], Федеральный закон «О связи» от 07.07.2003 № 126-ФЗ (ред. от 07.05.2013)[5], «Порядок осуществления государственного надзора за деятельностью в области связи», утвержденным постановлением Правительства РФ от 02.03.2005 №110 [2] и «Правилами оказания услуг подвижной связи», утвержденными постановлением Правительства РФ от 25.05.2005 г. №328 [3] регулируется деятельность в области предоставления услуг связи населению, в частности, в главе 7.

Для упрощения модели предположим, что технические характеристики той, или иной модели соответствуют нормативам, так как иначе предприятий не имели бы лицензии на осуществление данной деятельности, так и превышать заявленное качество предприятия не стали бы, так как современные директивные метода государства по контролю цены на оказание услуг связи отрицательно сказываются на стимулах предприятий по улучшению качества предоставляемых услуг.

Перечень показателей, на основании которых строится модель, указанные в национальном стандарте Российской Федерации о качестве услуг телефонной связи в сети общего пользования [1] представлен в виде (таблица 1).

Таблица 1 - Основные показатели качества услуг связи

№ п/п	Потребительские свойства	Показатели качества	Параметры для расчета показателей качества
1	Доступность связи	1. Доля неуспешных вызовов от общего числа вызовов, в том числе: 1.1. При установлении соединения с абонентом подвижной сети	Число безуспешных попыток вызовов Общее число вызовов за период измерений
		1.2. При установлении соединения с абонентом фиксированной сети	Число безуспешных попыток вызовов Общее число вызовов за период измерений
2	Непрерывность связи	Доля вызовов, окончившихся разъединением установленного соединения не по инициативе абонента	Число соединений с преждевременным разъединением Общее число соединений, последовательно установленных за период измерений
3	Качество передачи речи	Доля вызовов, не удовлетворяющих нормативам по качеству передачи речи	Число вызовов, не удовлетворяющих нормативам по качеству передачи речи Общее число контрольных вызовов
4	Скорость установлении соединения от абонента до абонента	Доля вызовов, не удовлетворяющих нормативам по величине времени задержки сигнала ответа	Задержка сигнала ответа Число вызовов, не удовлетворяющих нормативам по величине времени задержки сигнала ответа. Общее число проверенных вызовов.
5.	Скорость ремонта	Коэффициент восстановления связи	Время восстановления связи (нормативное) Общее количество заявок на восстановление связи за отчетный период. Количество восстановлений связи, для которых время восстановления больше нормативного.

6.	Правильность тарификации	Доля неправильно тарифицированных соединений	Общее количество счетов за установленные соединения за отчетный период Количество неправильно начисленных счетов
7.	Показатели удовлетворенности абонентов обслуживанием	Показатель удовлетворенности организационными аспектами обслуживания	Отношение количества подтвержденных жалоб на организационные аспекты обслуживания, поступивших в абонентскую службу оператора за период равный 12 мес., к общему количеству абонентов, зарегистрированных к моменту произведения расчета.
		Показатель удовлетворенности техническими аспектами обслуживания	Отношение количества подтвержденных жалоб на технические аспекты обслуживания, поступивших в абонентскую службу оператора за период равный 12 мес. к общему количеству абонентов, зарегистрированных к моменту произведения расчета.

Нормативные показатели, для вышеизложенных показателей, также изложенные в национальном стандарте Российской Федерации о качестве услуг телефонной связи в сети общего пользования [1], представлены в статье в виде (таблица 2).

Таблица 2 - Нормы на показатели качества основных услуг

Наименование показателя	4G	3G	Аналог
Стандарт			
Доля неуспешных вызовов от общего числа вызовов, в том числе: При установлении соединения с абонентом подвижной сети	3%	3,5%	5%
При установлении соединения с абонентом фиксированной сети	1,5%	2,5%	2,5%
Доля вызовов, окончившихся разъединением установленного соединения не по инициативе абонента	2%	2%	5%

Доля вызовов, не удовлетворяющих нормативам по качеству передачи речи	2%	2,5%	4%
Доля вызовов, не удовлетворяющих нормативам по величине времени задержки сигнала ответа	1%	2,2%	4%
Коэффициент восстановления связи	2%	2%	5%
Доля неправильно тарифицированных соединений	0,1%	0,1%	0,1%

Основываясь на данных нормативах можно создать исходные данные для нашей модели, в виде коэффициентов, отражающих вероятность негативного и позитивного потребительского опыта, такие коэффициенты представлены в работе в виде (таблица 3).

Таблица 3 - Вероятность того или иного клиентского опыта, в процессе потребления услуги в Республике Крым в 2021 г.

Критерий	Потребительский опыт	Тип		
		Аналог	3G	4G
Доступность	Positive	0,95	0,965	0,97
	Negative	0,05	0,035	0,03
Непрерывность	Positive	0,975	0,975	0,985
	Negative	0,025	0,025	0,015
Скорость ремонта	Positive	0,95	0,98	0,98
	Negative	0,05	0,02	0,02
Качество речи	Positive	0,96	0,975	0,98
	Negative	0,04	0,025	0,02
Скорость установления соединения	Positive	0,96	0,978	0,99
	Negative	0,04	0,022	0,01
Правильность тарификации	Positive	0,999	0,999	0,999
	Negative	0,001	0,001	0,001

В программе «GeNLe TRIAL» построим ориентированный ациклический граф, представляющий собой байесовскую сеть доверия, такой граф представлен в виде (рис.4).

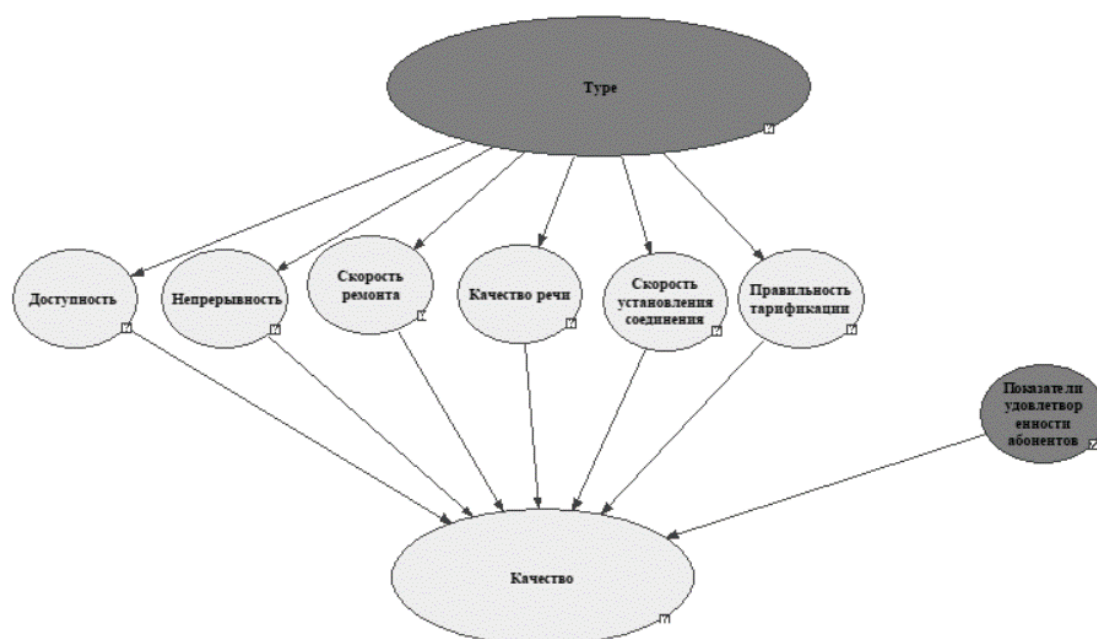


Рис. 4 – Модель байесовской сети для оценки качества оказания услуг связи в Республике Крым 2021 г.

Данная модель дополнена ещё одной вершиной, имеющей влияние на определение качества продукции. Это непосредственная оценка качества продукции потребителями во время анкетирования, которое проводится Минкомсвязью России [1], Для Республики Крым результаты анкетирования составляют 65% абсолютно довольных потребителей, которые во время анкетирования ставят оценку от 8 до 10.

Однако для начала протестируем модель на определение исключительно технического качества продукции. Такой тест представлен в статье в виде (рис.5).

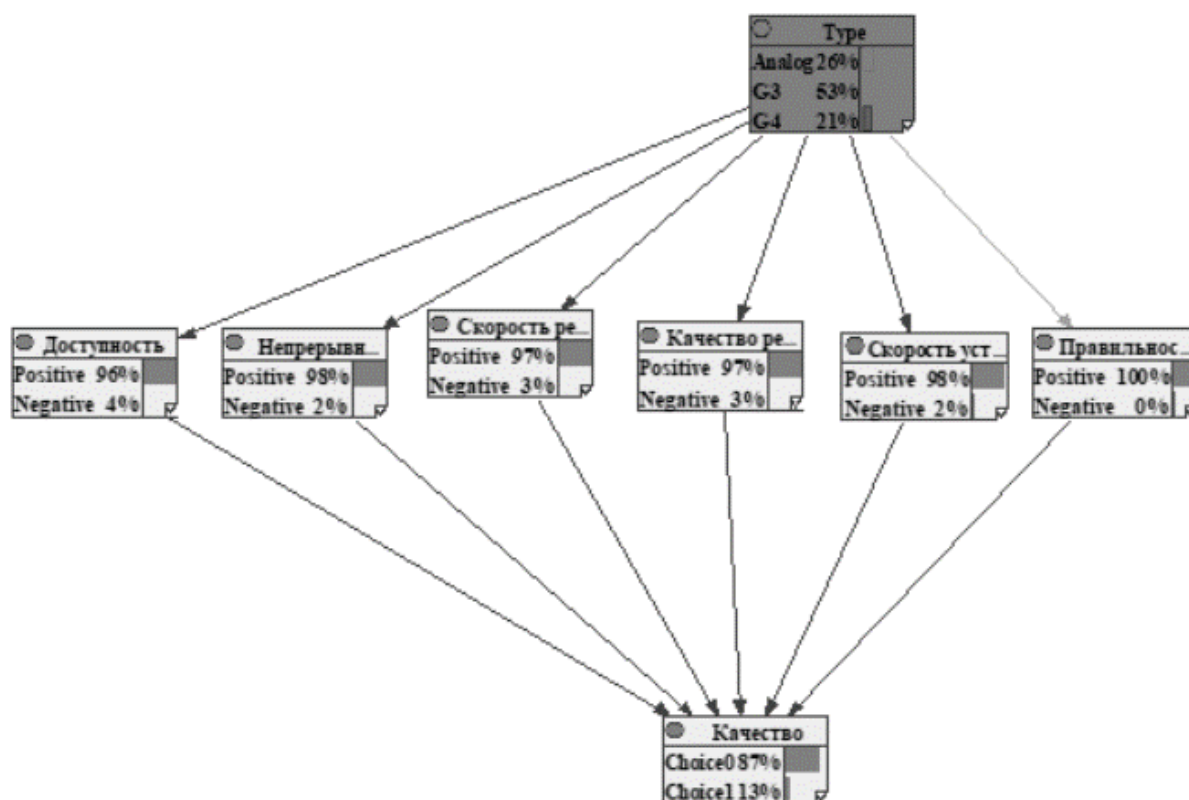


Рис. 5 – Вероятность клиента получить положительный опыт с технической точки зрения при потреблении услуги связи в Республике Крым в 2021 г.

Как видно модель предполагает, что в существующих реалиях 87% всех услуг связи, которые потребляют жители Республики Крым, технически безупречны. Однако следует понимать, что категория «качество» несет в себе не только технический аспект, но в большей степени опирается на степень удовлетворенности клиента в потреблении товара или услуги. Поэтому модель с учетом мнения клиентов, по поводу их удовлетворенности будет выглядеть следующим образом (рис.6).

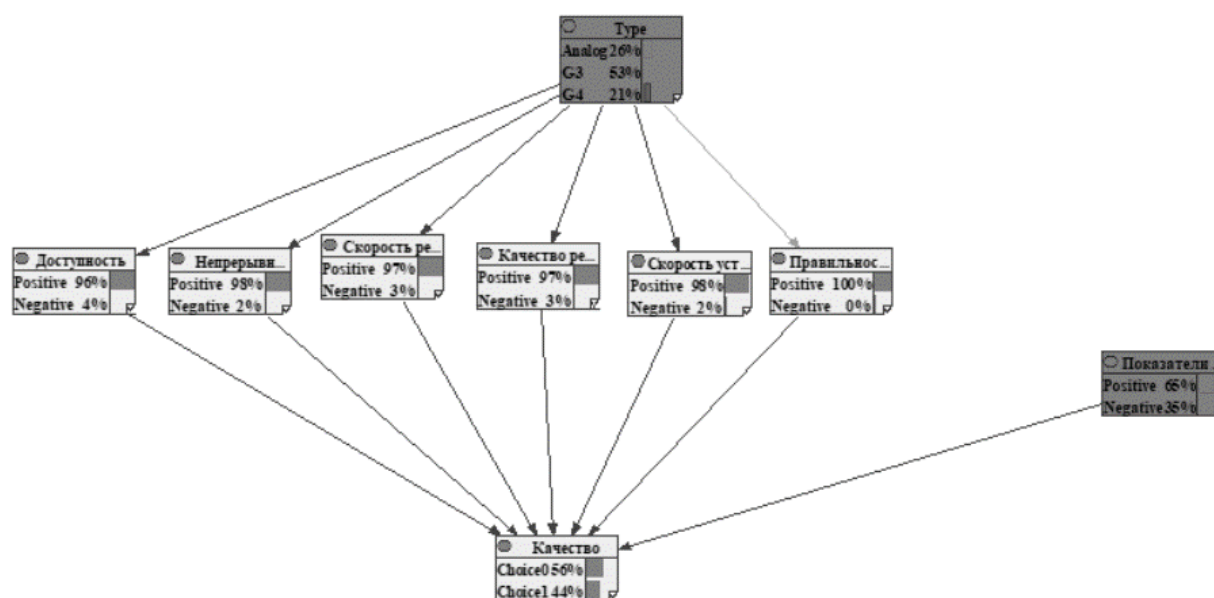


Рис. 6 - Вероятность клиента получить положительный опыт во всех аспектах категории «качества» при потреблении услуги в Республике Крым в 2021 г.

Модель позволяет сделать следующий вывод: несмотря на техническую совершенность предоставляемых услуг, почти половина потребителей не считает, что получают в полной мере качественную услугу.

Даже если предположить полный переход Республики Крым на поколение 3G, то качество продукции вырастет на 1 процентный пункт, по мнению данной модели. В случае полного перехода связи в Республике Крым на поколение 4G, при текущем уровне лояльности потребителей, качество продукции вырастет до 62%. Однако это повлечет значительное вложение средств, а значит увеличения затрат. В то же время, если предположить, что улучшение качества продукции будет направлено в большей степени не на техническую оснащенность, а на повышение лояльности потребителей, то модель показывает следующий результат (рис.7).

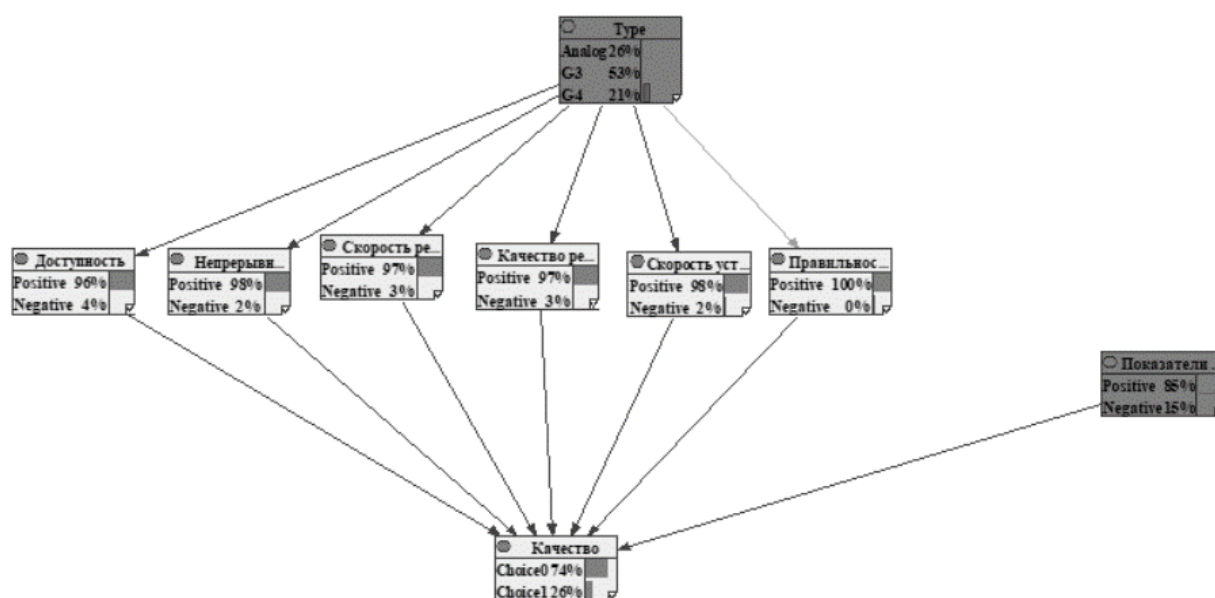


Рис. 7 - Вероятность клиента получить положительный опыт во всех аспектах категории «качества» при потреблении услуги в Республике Крым при повышении лояльности потребителей

Как видно из рисунка модель демонстрирует значительный прирост в вероятности получить качественный продукт, если лояльность потребителей к услугам связи будет расти.

Представляется, что можно сделать вывод из данных, полученных с помощью построения данной стохастической модели для анализа качества оказания услуг связи в Республике Крым. Предприятиям и региону в большей степени требуется направлять ресурсы на повышение лояльности потребителей, чем на улучшение технической базы.

Исходя из всего вышеизложенного, предлагается предприятиям сконцентрироваться не в области технического совершенства, а в области маркетинговых проектов, безусловно поддерживая текущий уровень технической базы. Какой бы совершенной не была услуга, качество, как конкурентное преимущество, определяет потребитель в категориях полезности

для себя, причем зачастую такие категории являются отнюдь не отражением технологий оказания услуг, а технологий рекламы и маркетинга.

Библиографический список:

1. Национальный стандарт РФ: Качество услуг связи; показатели качества услуг телефонной связи в сети общего пользования, ГОСТ Р 53532-2009, М.: Стандартиформ, 2020 - 55 с.

2. Постановление Правительства РФ «Порядок осуществления государственного надзора за деятельностью в области связи» от 02.03.2005 №110

3. Постановление Правительства РФ «Правилами оказания услуг подвижной связи» от 25.05.2005 г. №328.

4. Федеральный закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» от 26.12.2008 № 294-ФЗ (ред. от 12.11.2012)

5. Федеральный закон «О связи» от 07.07.2003 № 126-ФЗ (ред. от 07.05.2013)

6. Бычков Е.Д. Математические модели управления состояниями цифровой телекоммуникационной сети с использованием теории нечётких множеств: монография/ Е. Д. Бычков – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2015. – 236

7. Бычков, Е. Д. Нечеткая байесовская сеть в модели качества обслуживания услуг сети связи / Е. Д. Бычков, Б. К. Сагинова, Н. Н. Нарутта // Россия молодая: передовые технологии – в промышленность. – 2019. – № 1. – С. 202-205. – EDN RSSMVN.

8. Дворяткина С.Н. Марковские процессы и простейшие модели теории массового обслуживания: учебное пособие / С.Н. Дворяткина, О.Н. Прокуратова. – 2-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2022. – 80 с. – ISBN 978-5-9765-4828-2.

9. Концепция управления качеством связи в Российской Федерации (проект): Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 2015. - 72 с.

10. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / Н.Ш. Кремер. - 3-е изд., перераб. И доп. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. - 551 с. - (Серия Золотой фонд российских учебников).

11. Магомедов Ш.Ш. Управление качеством продукции: Учебник / Ш.Ш. Магомедов, Г.Е. Беспалова. - 2-е изд., стер. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. - 334 с.

12. Новиков А. И. Исследование операций в экономике: Учебник для бакалавров / А. И. Новиков. — 2-е изд. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2020. — 352 с. ISBN 978-5-394-03813-6

13. Новиков А. И. Экономико-математические методы и модели: Учебник для бакалавров / А. И. Новиков. — 3-е изд. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2020. — 532 с. ISBN 978-5-394-03782-5

14. Рыков В.В. Основы теории массового обслуживания (Основной курс: марковские модели, методы марковизации) : учебное пособие / В.В. Рыков, Д.В. Козырев. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 223 с.

15. Сайт оператора связи ООО «К-телеком» [Электронный ресурс] URL: <https://www.mobile-win.ru>

16. Соколов Г.А. Основы теории массового обслуживания для экономистов: учебник / Г.А. Соколов. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 128 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/7367.

17. Тулупьев А.Л., Николаенко С.И., Сироткин А.В. Байесовские сети: Логико-вероятностный подход.— СПб.: Наука, 2018.— 607 с.

18. Широкова, Е. А. Анализ качества услуг, конкурентоспособности предприятия на региональном рынке сотовой связи / Е. А. Широкова, К. А.

Сергиенко // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2018. – № 5(111). – С. 28.– EDN XORILJ

Оригинальность 84%