

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА РАЗВИТИЯ телекоммуникационных систем

А.А.Гридякина, директор по работе с органами государственной власти ГК "ПРОТЕЙ" / gridyakina@protei.ru,

Д.Н.Николаев, заместитель технического директора ООО "ПРОТЕЙ" / nickolaev@protei.ru,

А.В.Пинчук, вице-президент ГК "ПРОТЕЙ" / avp@protei.ru,

Н.А.Соколов, д.т.н., директор по науке ООО "ПРОТЕЙ-СТ" / sokolov@protei.ru

УДК 621.391, DOI: 10.22184/2070-8963.2023.116.8.60.68

В статье анализируются различия между теоретическими концепциями и практической реализацией телекоммуникационных систем различного назначения. Формулируются правила проведения прикладных исследований, учитывающие подобные различия. Предлагаются методологические подходы к разработке комплекса технических средств, предназначенного для построения и модернизации телекоммуникационных систем различного назначения с учетом задач импортозамещения.

ВВЕДЕНИЕ

Существенный вклад в процесс развития телекоммуникационных систем вносят международные организации, основная миссия которых состоит в разработке стандартов и концепций, определяющих ключевые аспекты функционирования сетей электросвязи. Анализ решений, предложенных этими организациями за несколько последних десятилетий, показывает, что не все стандарты и концепции на практике реализуются операторами связи. Краткий обзор подобных ситуаций изложен в первом разделе статьи.

Причины расхождения теории и практики рассматриваются во втором разделе статьи. Этот феномен характерен для многих дисциплин;

он объясняется рядом факторов объективного и субъективного характера. Изучение таких факторов поможет минимизировать влияние просчетов и при формировании теоретических положений по модернизации телекоммуникационных систем, и при разработке комплекса новых технических средств.

Демпфирование возможных ошибок при проведении прикладных исследований достигается за счет выбора решений, допускающих их коррекцию при изменении требований к телекоммуникационной системе. Некоторые изменения такого рода очень сложно предвидеть заранее. Предлагаемый подход к проведению прикладных исследований, направленных на разработку

концепции модернизации телекоммуникационных систем, приведен в третьем разделе статьи.

Четвертый раздел статьи посвящен аналогичной задаче для улучшения процесса разработок, цель которых – создание комплекса технических средств для эффективного развития телекоммуникационных систем различного назначения. Соответствующие предложения базируются на методологическом подходе, который уже был опубликован на страницах журнала "ПЕРВАЯ МИЛЯ". В данной статье этот подход развит и дополнен с учетом текущих особенностей развития отрасли "Электросвязь", а также задач, обусловленных требованиями по импортозамещению.

1. Краткий исторический экскурс

Для изложения исторических аспектов деятельности международных организаций, занимающихся разработкой стандартов и концепций развития телекоммуникационных систем, достаточно проанализировать ряд документов старейшего института. Речь идет о Международном союзе электросвязи (МСЭ), который был создан в 1865 году для решения задач совместимости сетей телеграфной связи. С упомянутыми ниже концепциями, предложенными МСЭ, можно ознакомиться на сайте <https://www.itu.int>.

Пожалуй, последней концепцией, которая была реализована в полном соответствии с рекомендациями МСЭ, стала система общеканальной сигнализации. Ее разработка началась в 70-х годах прошлого века.

Затем был предложен ряд концепций, реализация которых не стала существенными этапами в развитии телекоммуникационных систем. Характерными примерами таких концепций, по мнению авторов статьи, можно считать следующие предложения:

- цифровая сеть интегрального обслуживания (Integrated Services Digital Network, ISDN);
- широкополосная цифровая сеть интегрального обслуживания (Broadband Integrated Services Digital Network, B-ISDN);
- универсальная персональная связь (Universal Personal Telecommunication, UPT);
- сеть управления системой электросвязи (Telecommunication Management Network, TMN).

Некоторые идеи, оформленные в виде рекомендаций МСЭ, воплощаются в жизнь с существенными изменениями. Такая ситуация сложилась, в частности, с концепцией сети следующего

поколения, более известной по аббревиатуре NGN (Next Generation Network). Следует подчеркнуть, что интерфейсы и протоколы, специфицированные МСЭ (и рядом других международных институтов), соблюдаются большинством участников телекоммуникационного рынка. Правда, используются и так называемые проприетарные (отличающиеся от стандартов) расширения протоколов.

Не стоит полагать, что концепции ISDN, B-ISDN, UPT и им подобные не сыграли положительной роли в развитии отрасли "Электросвязь". Они породили новые идеи, а ряд технологий (например, асинхронный режим доставки информации – Asynchronous Transfer Mode, ATM) стал использоваться для решения иных задач.

Международные организации, созданные существенно позже МСЭ, большее внимание уделили стандартизации интерфейсов и протоколов. Тем не менее, Европейский институт телекоммуникационных стандартов (European Telecommunications Standards Institute, ETSI), консорциум 3GPP (3rd Generation Partnership Project) и рабочая группа по проектированию интернета (Internet Engineering Task Force, IETF) также разрабатывают концепции развития электросвязи по своим направлениям деятельности. Основные документы этих организаций размещены на их официальных сайтах: <https://www.etsi.org>, <https://www.3gpp.org> и <https://www.ietf.org> соответственно.

В последние годы МСЭ разработал очень интересную концепцию, определяющую долгосрочные направления в развитии телекоммуникационных систем. Она получила название "Сеть-2030". Основные положения этой концепции детально представлены в монографии [1]. Возможно, что некоторая трансформация ждет и эту идеологию развития отрасли, которая в настоящее время представляется весьма разумным подходом.

2. Причины расхождения теории и практики

Разрыв теории и практики отмечен в различных видах человеческой деятельности [2]. Причины расхождения чаще анализируются применительно к конкретной дисциплине, но существуют исследования, полностью или частично направленные на поиск общих закономерностей. Среди публикаций такого рода авторам статьи показали интересными источники [3–6].

Любой телекоммуникационной системе присущи особенности, среди которых следует

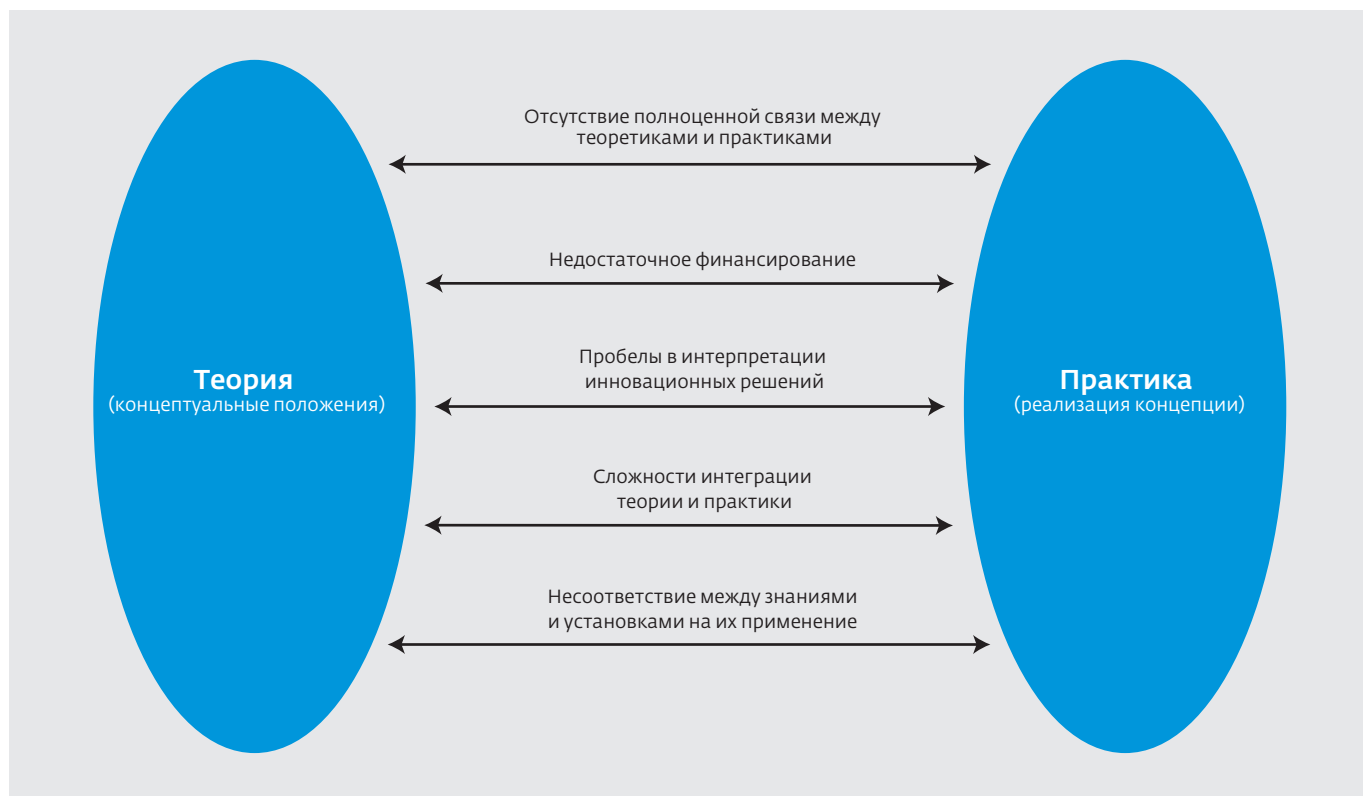


Рис.1. Основные противоречия между теорией и практикой

выделить два момента. Во-первых, она относится к классу консервативных сложных технических систем [7], что подразумевает невозможность быстрых радикальных изменений некоторых ее компонентов. Во-вторых, телекоммуникационная система имеет длительный "жизненный цикл" [8]. Применительно к сети связи общего пользования его можно полагать близким к бесконечности.

С учетом изложенных соображений основные противоречия между теорией и практикой можно проанализировать при помощи модели, показанной на рис.1. В предлагаемой конструкции выделено пять противоречий. Их численность, при необходимости, может быть увеличена или уменьшена в зависимости от цели последующего анализа.

Первое упомянутое в модели противоречие – "Отсутствие полноценной связи между теоретиками и практиками". Оно существует во всех сферах человеческой деятельности. Частично это противоречие преодолевается в тех научно-технических центрах, которые своими силами проводят прикладные исследования и разработки, а также составляют проектную документацию. Тем не менее, и в подобных случаях некоторые

отклонения от предлагаемых решений могут возникать при проведении строительно-монтажных работ и в процессе технической эксплуатации сети электросвязи.

Второе противоречие – "Недостаточное финансирование". Оно часто вынуждает выбирать не самые удачные решения почти на всех этапах, перечисленных выше: прикладные исследования, разработка оборудования, проектирование сети, строительно-монтажные работы, техническая эксплуатация. В результате возникают проблемы с качеством поддерживаемых услуг и с их перечнем, а также с надежностью телекоммуникационной системы.

Третье – "Пробелы в интерпретации инновационных решений". Оно, как правило, обусловлено сложностью восприятия ряда новых идей, а также с субъективностью трактовки инновационных решений. По всей видимости, решение потенциальных проблем заключается в разработке системы периодического повышения квалификации всех участников процесса создания и развития телекоммуникационных систем.

Четвертое противоречие – "Сложности интеграции теории и практики". Его природа схожа с первым противоречием. С другой стороны,

демпфирование этого противоречия подразумевает использование иных механизмов. Наиболее эффективным из них представляется реализация концепции "Сеть цифровых двойников" [9]. Такая сеть обеспечивает равноправный доступ всех участников процесса по созданию и развитию телекоммуникационных систем к любому этапу комплексной работы. Кроме того, сеть цифровых двойников способна обобщать опыт проводимых работ, выявляя успешные и ошибочные решения.

Пятое противоречие – "Несоответствие между знаниями и установками на их применение". Оно связано с тем, что некоторые специалисты интуитивно пытаются применить апробированные решения, не учитывая тот факт, что новые технологии иногда требуют радикального пересмотра методологии проведения ряда работ. Следует добавить и сложность проведения квалифицированной экспертизы, когда речь идет об инновационных решениях. Здесь также важную роль играет эффективность системы повышения квалификации.

Завершая второй раздел статьи, авторы считают уместным выделить три обстоятельства. Во-первых, в [5] вводится понятие "опыт" дополнительно к категориям "теория" и "практика". Опыт формируется как результат соединения теории и практики, что стимулирует возникновение новых идей. Такой подход представляется методологически весьма полезным. Во-вторых, минимизацию противоречий между теорией и практикой усложняет эффект сингулярности [10], проявляющийся в ускорении процесса появления инновационных технологий. В-третьих, на всех этапах создания и развития телекоммуникационных систем существует неопределенность в части тех или иных пунктов технического задания, что может привести к появлению ошибок.

3. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для эффективного применения инноваций необходимо разработать подходящие системно-сетевые решения [11]. Их разработка не может быть сведена только к решению тех задач, которые подразумевают использование экономико-математических методов. Профессор Л.Е.Варакин предложил рассматривать системно-сетевые решения как сферу *techart* – технического искусства. Такая трактовка хорошо отражает сложность формализованной разработки принципов оптимального использования новых идей и технологий. Характерным примером исследований,

относящихся к техническому искусству, служит концепция "Сеть-2030"; ее нельзя было сформулировать, оперируя лишь инструментами математики и экономики. А вот рассчитать пропускную способность узлов коммутации, используемых в телекоммуникационной системе, которая будет построена по идеологии "Сеть-2030", можно только при помощи теории телетрафика, то есть в процессе исследования математической модели.

Таким образом, задачи, решаемые при проведении прикладных исследований, по используемым методологическим подходам можно разделить на две большие группы: разработка системно-сетевых моделей как техническое искусство и анализ экономико-математических моделей, подразумевающий применение соответствующих формализованных методов. При решении задач обоих видов нельзя избежать ошибок, что иллюстрирует рис.2. Эти ошибки, в значительной мере, порождают различия между теорией и практикой.

Этап А подразумевает формирование облика перспективной телекоммуникационной системы на основе базовых идей, которые уместно рассматривать как совокупность инновационных положений. При этом неизбежно возникает ряд ошибок, множество которых обозначено символом ϵ_0 . Избежать подобных ошибок нельзя, но можно минимизировать их отрицательные последствия за счет использования как минимум двух методологических приемов: сценарный подход [12] и "окно Овертона" [13]. Их изложению предшествуют краткие комментарии, относящиеся к остальным ошибкам вида ϵ_j .

Такие ошибки возникают в процессе исследования телекоммуникационной системы при помощи математической модели – этап Б. Рассматриваемая конструкция основана на модели, приведенной в монографии [14]. Под содержательной моделью в [14] понимается описание интересующих исследователей свойств анализируемого объекта и/или процесса на языке той науки, инструментарий которой подходит для решения поставленных задач. Это позволяет перейти к разработке математической модели, которая (по мнению исследователей) адекватно отображает характер функционирования анализируемого объекта и/или процесса. На каждом j -ом шаге построения модели, решения поставленных экономико-математических задач и истолкования полученных результатов возникают ошибки, обозначенные на рис.2 как ϵ_j . Анализ ошибок такого рода – предмет отдельного изучения.

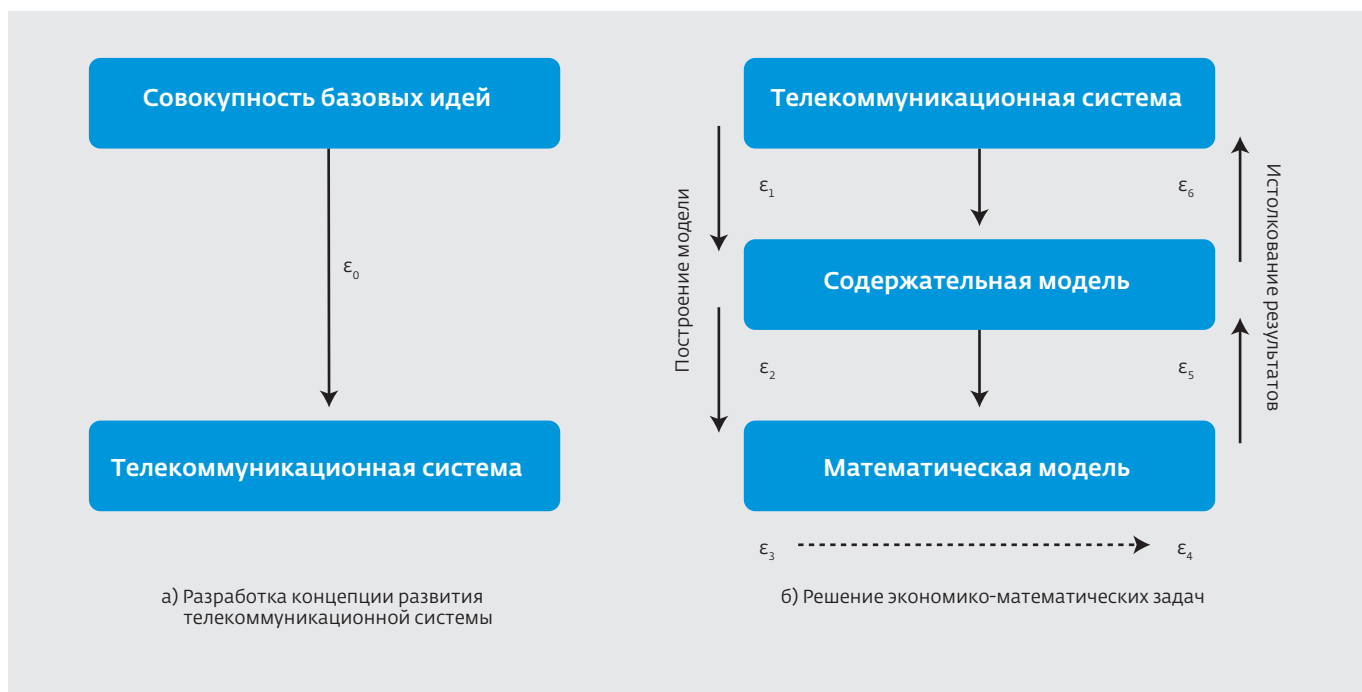


Рис.2. Ошибки, порождающие различия между теорией и практикой

Сценарный подход основан на разработке разных прогнозов создания и, что более существенно, последующего развития телекоммуникационной системы. Обычно анализируются три сценария: пессимистический, прагматический и оптимистический. Для телекоммуникационной системы общего пользования технические требования обычно задаются в виде ограничений (как правило, равенств и/или неравенств), что позволяет оптимизировать выбранный экономический показатель. Примером такого показателя могут стать необходимые инвестиции для реализации пессимистического, прагматического и оптимистического сценариев – функции $I_1(t)$, $I_2(t)$ и $I_3(t)$. Анализ трех сценариев можно свести к пяти положениям:

- пессимистический и оптимистический сценарии должны отражать такие возможные направления развития рассматриваемого процесса, которым соответствуют нижняя и верхняя границы необходимых инвестиций, представленных в виде функций от времени;
- прагматический сценарий должен отражать наиболее вероятный тренд рассматриваемого объекта и/или процесса;
- для всех сценариев следует разработать метод получения функций $I_1(t)$, $I_2(t)$ и $I_3(t)$ для последующего технико-экономического

анализа [15] каждого альтернативного решения;

- для всех сценариев должен быть выбран способ численной оценки рисков [16], представленных, например, функциями $H_1(t)$, $H_2(t)$ и $H_3(t)$ или скалярными величинами h_1 , h_2 и h_3 ;
- результаты технико-экономического анализа и возникающих рисков должны быть увязаны с правилами принятия решения [17] по выбору сценария, который рекомендуется для практической реализации.

Сценарный подход уместно дополнять анализом "окна Овертона", рассматривая этот подход с технической точки зрения, как было предложено в [18]. Изначально данный подход, известный также под названием "Окно дискурса", был предложен Джозефом Овертоном более двадцати лет назад в качестве удобного средства для оценки суждений по степени их приемлемости в различных дебатах политического толка: действующая норма – стандартно – разумно – приемлемо – радикально – невыносимо.

"Окно Овертона" позволяет оценивать не только ожидаемые сценарии развития событий, но и учитывать также такие варианты, которые – в настоящее время и в обозримой перспективе – кажутся фантастическими. Актуальность таких оценок подтверждается той скоростью доступа,

которая предусмотрена концепцией "Сеть-2030". В недавнем прошлом скорость доступа, измеряемая в Тбит/с, многими специалистами расценивалась как событие из категории "немыслимо". Противоположный пример, удачно представившийся при помощи "окна Овертона", – несостоявшийся проект ERMES по созданию общеевропейской сети пейджинговой связи, который был разработан ETSI. Такая сеть планировалась на фоне интенсивного развития рынка пейджинга связи в большинстве стран Европы. Однако успех рынка пейджинговой связи оказался кратковременным.

Еще одной важной особенностью проведения прикладных исследований следует считать использование процессов конвергенции, интеграции и консолидации [19]. Они позволяют экономично реализовывать проекты совместного развития телекоммуникационных систем разного назначения. Проведение прикладных исследований должно обязательно осуществляться с учетом задач импортозамещения, направленного, в конечном счете, на достижение технологического суверенитета.

4. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Ряд предложений по методологии разработки перспективного комплекса технических средств электросвязи уже был опубликован в журнале "ПЕРВАЯ МИЛЯ" [10]. В последние годы особую актуальность приобрели требования, направленные на применение исключительно отечественного телекоммуникационного оборудования с целью построения доверенных систем [20], гарантирующих устойчивость функционирования сетей электросвязи общего пользования и специального назначения.

Все задачи по переходу к использованию исключительно отечественного комплекса технических средств можно полностью решить только за длительный период времени. Тем не менее, построение доверенных систем может осуществляться уже сейчас при соблюдении совокупности правил, включающих технические и организационные аспекты. Последние включают также и те положения, которые были сформулированы в предыдущем разделе статьи.

Предполагается, что доверенные системы входят в "Единый реестр российской радиоэлектронной продукции", информация о котором публикуется на сайте Правительства Российской Федерации. По всей видимости, включение телекоммуникационного оборудования в этот реестр

уместно рассматривать как необходимое условие, но не всегда достаточное для обеспечения информационной безопасности и других важных свойств тех технических средств, на базе которых создаются сети электросвязи общего пользования и специального назначения. В дополнение к правилам, соблюдение которых позволяет включить телекоммуникационное оборудование в единый реестр, представляется уместным ввести ряд следующих положений.

Во-первых, следует гарантировать непрерывность поставок элементной базы и других комплектующих изделий для безостановочного производства технических средств. Это достигается преимущественным использованием отечественных компонентов. При необходимости применения импортных изделий следует учитывать все аспекты отношений с компанией и со страной, в которой они производятся.

Во-вторых, необходимо ранжировать по уровню комплексной безопасности те виды импортной элементной базы, которые – потенциально! – могут содержать программное обеспечение, включающее угрозы различного рода. В результате, для полного множества из импортируемых N элементов несложно сформировать системы предпочтений, определив (без численной оценки) уровни безопасности вида R_k :

$$R_1 > R_2 > \dots > R_k > \dots > R_N. \quad (1)$$

Соотношение (1) подчеркивает тот факт, что элемент под номером 1 считается самым безопасным в составе импортной элементной базы. Минимальная безопасность свойственна элементу под номером N. Если нескольким элементам присвоен одинаковый уровень безопасности (такая ситуация может возникать при анализе аналогов, предлагаемых разными компаниями), то они могут рассматриваться как одно изделие.

В-третьих, для численной оценки уровней безопасности W_k логично использовать не экспертные оценки, которые всегда субъективны, а формулу Фишберна [21]. Она предназначена для формализованного (без участия экспертов) ранжирования предпочтений. Питер Фишберн, математик по образованию, считается одним из основоположников теории принятия решений. Эта теория, основанная на методах математики, экономики и психологии, изучает закономерности решения сложных задач, которые требуют участия человека.

Подобный подход был предложен в [22] для алгоритма оптимального выбора телекоммуникационного оборудования. Максимальное значение величины W_k определяет минимальный риск в случае применения соответствующего элемента. Если рассматривается N элементов, то численные значения W_k вычисляются по следующей формуле [21]:

$$W_k = \frac{2(N - k + 1)}{N(N + 1)}. \quad (2)$$

Например, если $N = 5$, то численные значения уровня безопасности образуют такой ряд: $W_1 \approx 0,333$; $W_2 \approx 0,267$; $W_3 \approx 0,200$; $W_4 \approx 0,133$; $W_5 \approx 0,067$. Несложно убедиться, что сумма всех значений W_k равна единице. Это условие следует соблюдать при выборе иной процедуры для расчета весов W_k . Заметим, что соотношение (2) может успешно использоваться для начисления баллов конкретному виду компонентов при решении задачи о включении его в "Единый реестр российской радиоэлектронной продукции". Существенным аргументом в пользу применения формулы Фишберна является тот факт, что она эффективно используется в разных видах человеческой деятельности.

В-четвертых, действующие правила включения технических средств в "Единый реестр российской радиоэлектронной продукции" не должны упрощать попадание в его состав оборудования, которое не отвечает перспективным требованиям. Более того, эти правила, по мнению авторов статьи, следует делать более строгими по мере появления в стране продукции, позволяющей повысить ключевые показатели телекоммуникационного оборудования, существенные для сетей электросвязи общего пользования и специального назначения. Важнейшим фактором становится выявление тех поставщиков оборудования, которые предлагают операторам связи импортную продукцию, иногда меняя на ней только информационные таблички (так называемые "шильдiki").

В-пятых, для устойчивого функционирования сетей электросвязи общего пользования и специального назначения необходим тщательный контроль ключевых показателей. Он должен быть организован на всех этапах жизненного цикла телекоммуникационной системы. С этой целью может быть создана сеть цифровых двойников [9], при помощи которой собирается и анализируется важнейшая информация

обо всех нестандартных ситуациях, возникающих в телекоммуникационной системе. По сути, сеть цифровых двойников формирует и оперативно обновляет базу знаний, позволяющую использовать положительный и отрицательный опыт для решения актуальных задач на протяжении всего жизненного цикла телекоммуникационной системы любого назначения.

Первое и второе положения напрямую связаны с задачей импортозамещения в инфокоммуникационных системах [23]. Они, как и другие сложные системы, сходные по своему назначению, могут рассматриваться как симбиоз программного обеспечения и аппаратных средств.

Использование отечественного ПО устраняет тот риск, который заключается в потенциальной способности отключения телекоммуникационной системы с территории другой страны за счет предварительно введенных недеklarированных возможностей. С этой точки зрения одной из важнейших задач импортозамещения и создания доверенных систем становится использование исключительно отечественных программных продуктов.

Современные аппаратные средства (отдельные микросхемы, печатные платы и функциональные блоки оборудования), в большей или в меньшей степени, содержат программное обеспечение. Технологический суверенитет подразумевает постепенный переход на отечественную электронную компонентную базу (ЭКБ). Такой переход на практике займет длительный период времени. Представляется, что необходимо сформулировать программу создания отечественной ЭКБ с учетом четкой системы приоритетов. Такие приоритеты определяются и возможностями промышленности, и соображениями, связанными с реализацией доверенных систем. Кроме того, при разработке ЭКБ должна учитываться важность устранения проблем, порожденных использованием проприетарных решений. Они усложняют процесс модернизации телекоммуникационных систем.

Третье и четвертое положения, в основном, связаны с административно-правовой поддержкой комплекса мер, которые направлены на модернизацию телекоммуникационных систем. Такая поддержка особо важна для средств, образующих критическую информационную инфраструктуру. При разработке соответствующих решений полезно заимствовать опыт ряда стран; в частности, интересна практика Китая. В прошлом году российское онлайн-издание 3DNews опубликовало статью,

название которой – "Китай намерен полностью отказаться от иностранных ПК и софта в государственных организациях за два года" – однозначно отражает государственные интересы Поднебесной.

Информация, содержащаяся в проекте "Стратегии развития отрасли связи Российской Федерации на период до 2035 года", свидетельствует о результативном развитии национальной телекоммуникационной системы. Накопленный опыт служит залогом успешного решения тех задач, которые прямо или косвенно связаны с разработкой комплекса оборудования для дальнейшего развития телекоммуникационных систем разного назначения. Следует учитывать, что решение подобных задач станет возможным только при условии государственной поддержки, которая, в конечном счете, будет стимулировать операторов связи к приобретению отечественного оборудования, если, конечно, оно отвечает всем установленным техническим требованиям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Международные стандарты, рекомендации и нормы остаются важными информационными ресурсами для создания и развития телекоммуникационных систем любого назначения. Тем не

менее, становится актуальным критический анализ этих материалов, так как нельзя исключать их весьма существенных изменений вследствие появления новых технологий, концептуальных положений и иных причин. При этом необходимо строго соблюдать стандарты, установленные для интерфейсов и протоколов, что существенно упрощает решение задач по совместимости оборудования различного рода.

Расхождение между теоретическими положениями по построению конкретной телекоммуникационной системы и результатами ее практической реализации следует рассматривать как объективно существующий и, к сожалению, неизбежный факт. Однако можно минимизировать отрицательные последствия возникающих расхождений за счет применения разумных методологий проведения прикладных исследований и организации разработок технических средств. При выборе подходящих методологий логичным шагом представляется использование сценарного подхода и "окна Овертона", что подтверждается рядом примеров.

Разработка телекоммуникационного оборудования должна выполняться так, чтобы перспективные технические средства, без проведения

каких-либо дополнительных изменений, включались в "Единый реестр российской радиоэлектронной продукции". Сформулированные в этой статье положения по объективизации оценки новых разработок, после их детального обсуждения, целесообразно включить в состав регламентирующих документов отрасли "Электросвязь".

Операторы связи, благодаря государственной поддержке, должны модернизировать эксплуатируемые системы за счет отечественного оборудования. Важным аспектом государственной поддержки следует считать допуск на телекоммуникационный рынок действительно российских аппаратно-программных средств и исключения фактически импортной продукции, в которой подчас просто заменены информационные таблички.

Авторы надеются, что изложенные в данной статье предложения, будут интересны всем участникам телекоммуникационного рынка, заинтересованным в использовании высококачественного отечественного оборудования. Нам представляется уместным провести дискуссию по высказанным соображениям на страницах журнала "ПЕРВАЯ МИЛЯ" и на одном из представительных форумов отрасли "Электросвязь".

ЛИТЕРАТУРА

1. **Росляков А.В.** СЕТЬ-2030: архитектура, технологии, услуги. М.: ИКЦ "Колос-с", 2022. 278 с.
2. **Rolfe G.** Closing the theory practice gap: a model of nursing praxis // *Journal of Clinical Nursing*. 1993. No. 2. PP. 173–177.
3. **Капица П.Л.** Эксперимент теория практика. Статьи и выступления. М.: Наука, 1974. 288 с.
4. **Кохановский В.П., Золотухина Е.В., Лешкевич Т.Г., Фатхи Т.Б.** Философия для аспирантов. Учебное пособие. Ростов: Феникс, 2003. 448 с.
5. **Мирзоян Э.А.** Теория, практика и опыт. Философский анализ [Электронный ресурс] URL: <http://www.facets.ru/articles5/mirzajan.htm>, (дата обращения 29.08.2023).
6. **Kinyaduka B.D.** Why Are We Unable Bridging Theory – Practice Gap in Context of Plethora of Literature on Its Causes, Effects and Solutions? // *Journal of Education and Practice*. 2017. Vol. 8. No. 6. PP. 102–104.
7. **Соколов Н.А.** Задачи планирования сетей электросвязи. СПб: Техника связи, 2012. 432 с.
8. **Елсуков П.Ю., Цветков В.Я.** Логистическая модель жизненного цикла сложной системы // ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2018. № 1. С. 71–78.
9. **Seilov Sh.Zh., Kuzbayev A.T., Seilov A.A., Shyn-gisov D.S., Goikhman V.Yu., Levakov A.K., Sokolov N.A., Zhursinbek Y.Sh.** The Concept of Building a Network of Digital Twins to Increase the Efficiency of Complex Telecommunication Systems // *Complexity (Special Issue)*. Vol. 2021. Article ID 9480235. 9 p.
10. **Куликов Н.А., Пинчук А.В., Соколов Н.А.** Особенности разработки инновационных решений на длительную перспективу // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2019. № 5. С. 48–53.
11. **Соколов Н.А.** Эволюция задач проектирования телекоммуникационных сетей // *Connect! Мир связи*. 2008. № 5. С. 62–66.
12. **Линдгрэн М., Бандхольд Х.** Сценарное планирование. Связь между будущим и стратегией. М.: Олимп-Бизнес, 2009. 256 с.
13. **Beck G.** The Overton Window. Mercury Radio Arts, 2010. 321 p.
14. **Мышкис А.Д.** Элементы теории математических моделей. М.: Либриком, 2011. 192 с.
15. **Швагер Д.** Технический анализ. Полный курс. М.: Альпина Паблишер, 2015. 802 с.
16. **Королев В.Ю., Бенинг В.Е., Шоргин С.Я.** Математические основы теории риска. М.: Физматлит, 2011. 620 с.
17. **Ларичев О.И.** Теория и методы принятия решений. М.: Логос, 2002. 392 с.
18. **Соколов Н.А.** Сценарии реализации концепции "Интернет вещей" // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2016. № 4. С. 50–54.
19. **Соколов Н.А.** Процессы конвергенции, интеграции и консолидации в современной телекоммуникационной системе // *Connect! Мир связи*. 2007. № 10. С. 78–82.
20. **Сабанов А.Г.** Доверенные системы как средство противодействия киберугрозам // *Защита информации. Инсайд*. 2015. № 3. С. 17–21.
21. **Фишберн П.** Теория полезности для принятия решений. М.: Наука, 1978. 352 с.
22. **Сергеева М.Ю., Соколов Н.А.** Численная оценка предпочтений при выборе вида телекоммуникационного оборудования // *Вестник связи*. 2015. № 11. С. 9–11.
23. **Тебекин А.В., Тебекин П.А.** Проблемы управления рисками импортозамещения в сфере информационных технологий // *Журнал технических исследований*. 2022. Т. 8. № 3. С. 36–46.