

Направления развития системы электросвязи в сельской местности

УДК 621.391

А.В. ПИНЧУК, директор ООО “НТЦ ПРОТЕЙ”, Н.А. СОКОЛОВ, директор по науке ООО “ПРОТЕЙ СпецТехника” доктор технических наук

Направления развития системы электросвязи в сельской местности *Directions of development of the telecommunication system in rural areas*

Рассматриваются основные направления развития системы сельской электросвязи. Анализируются альтернативные сценарии с учетом новых инфокоммуникационных технологий. Акцентируется внимание на необходимость проведения междисциплинарных исследований для получения эффективных решений на длительную перспективу.

The main directions of the rural telecommunication system development are considered. Alternative scenarios taking into account new information and communication technologies are analyzed. Attention is focused on the need for interdisciplinary research to produce effective solutions for the long term.

Ключевые слова: сельская электросвязь, сеть следующего поколения, сценарий, телекоммуникационные услуги, междисциплинарные исследования.

Keywords: telecommunication in the rural area, next generation network, scenario, telecommunication services, interdisciplinary research.

Введение

Во всех странах системе сельской связи объективно присущи специфические технические и экономические особенности [1 — 4]. Технические особенности меняются при использовании новых технологий передачи и коммутации, но не исчезают. Важной неизменной экономической чертой сельской связи остается — за редким исключением — ее убыточность.

В данной статье детализируется ряд положений, изложенных в [5], базируясь на тех же моделях фрагментов сети сельской электросвязи. Основное внимание уделяется сценариям развития системы связи в сельской местности, которые учитывают наиболее вероятные технологические инновации в инфокоммуникационной отрасли, а также их обсуждению.

Классификация сельскохозяйственных предприятий

С точки зрения задач по модернизации системы электросвязи все сельскохозяйственные предприятия в зарубежной научно-технической литературе принято делить на три группы: крупные (large), средние

(medium), небольшие (small). Конкретные значения численности работников, занятых в производстве, определяются региональной спецификой. При необходимости в каждой из трех групп сельскохозяйственных предприятий может быть выделено несколько классов.

Классификация сельскохозяйственных предприятий, приведенная в данной статье, выполнена с точки зрения ожидаемого спроса на инфокоммуникационные услуги и наиболее вероятных сценариев практической реализации технических решений. При этом следует принимать во внимание и географические условия, в значительной мере определяющие выбор оборудования коммутации, передачи и обработки информации.

Необходимо учитывать и субъективные факторы, касающиеся исторически сложившейся практики применения средств электросвязи и информатизации. Лицам, принимающим решения, должны быть представлены альтернативные сценарии развития системы сельской электросвязи, из которых будет выбран более подходящий по объективным и субъективным причинам для конкретного сельскохозяйственного предприятия.

Модель сельской сети электросвязи

Исторически сложилось так, что сельская сеть электросвязи создавалась в основном для поддержки услуг телефонии. При этом интеграционные процессы (передача телеграфных сообщений, звукового вещания и обмен данными с использованием ресурсов телефонной сети) — по экономическим соображениям — начали реализовываться в сельской местности раньше, чем в городах.

Модель фрагмента сети сельской электросвязи приведена на рис. 1 [5]. Он состоит из центральной (ЦС) и трех оконечных (ОС) станций. Вторая и третья ОС включены в ЦС через узловую станцию (УС). Далее предполагается, что в качестве ЦС используется цифровой узел коммутации (УК). Включение телефонного аппарата (ТА) и персонального компьютера (ПК) показано только для ОС1. Для доступа ПК в сеть Интернет используется оборудование класса xDSL с установкой мультиплексов DSLAM [6].

Предполагается, что на участке ОС1 — ЦС используются разные транспортные ресурсы. Совпадают только трассы прокладки линейно-

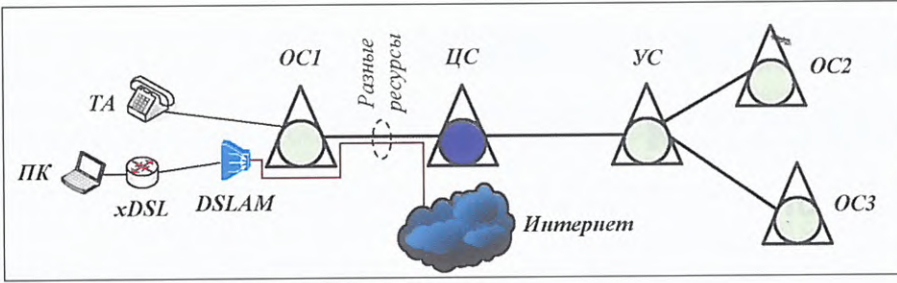


Рис. 1. Модель фрагмента сети сельской электросвязи

кабельных сооружений. Для организации телефонной связи используется технология “коммутация каналов” [7], т. е. организуются стандартные тракты E1. Обмен данными осуществляется при помощи технологии “коммутация пакетов” [7].

Предложенная модель не отражает все возможные варианты организации сетей связи в сельской местности. В частности, она не затрагивает актуальные аспекты модернизации сетей доступа в удаленных и труднодоступных населенных пунктах, что требует проведения самостоятельного исследования.

Тем не менее рассматриваемая модель позволяет проиллюстрировать ряд базовых сценариев, определяющих основные направления дальнейшего развития системы электросвязи.

Классификация базовых сценариев

Можно выделить множество различных сценариев, определяющих принципы дальнейшего развития системы сельской связи. Их удобно “укрупнить”, используя ограниченное количество классификационных признаков — таксонов. Пример классификации, показанный на рис. 2, основан на трех таксонах, названия которых написаны вертикально рядом с соответствующими стрелками. Для каждого таксона указаны три типичных альтернативы, которые, при необходимости, можно детализировать.

По концепции дальнейшей эволюции системы сельской связи уместно выделить три решения:

нестандартные сценарии, которые, к сожалению, часто использовались ранее в сельской телефонной сети [8];

концепция Международного союза электросвязи, известная по аббревиатуре NGN — сеть следующего поколения [7, 9];

комбинированные решения, которые следует рассматривать как определенную модификацию концепции NGN, и как ее развитие [10 — 12].

Практический интерес представляет сценарий “Комбинированные решения”. Он включает также подходы, основанные на реализации процессов интеграции, конвергенции и консолидации [13].

Линейно-кабельные сооружения как правило, становятся самым дорогим элементом системы сельской связи. Сложной задачей по праву считается техническая эксплуатация линейно-кабельных сооружений в сельской местности. Для точки зрения среды передачи сигналов сценарии развития систем сельской связи можно классифицировать следующим образом:

проводные технологии, подразумевающие применение кабелей различного проводника (преимущественно медь и оптическое волокно);

беспроводные технологии различных стандартов, к которым относятся также и средства спутниковой связи

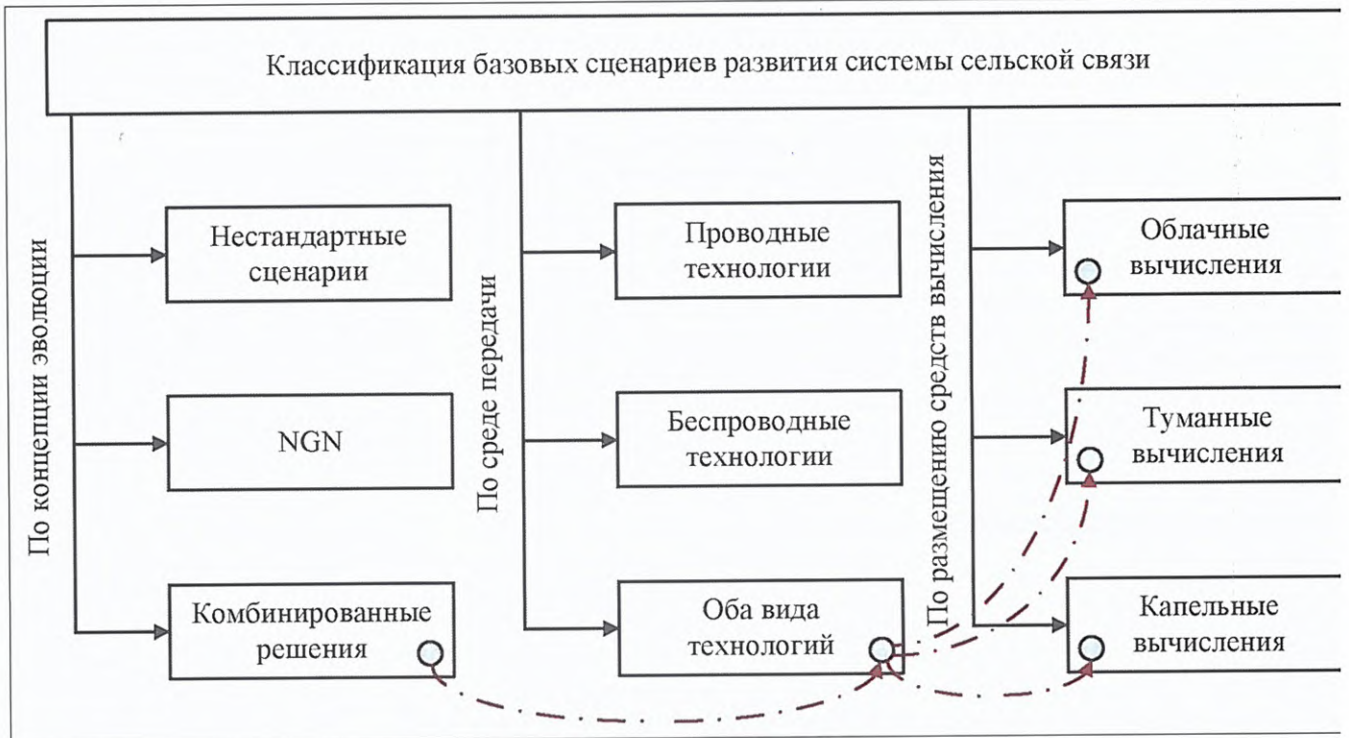


Рис. 2. Классификация сценариев развития системы сельской связи

проводные и беспроводные технологии, разумное сочетание которых позволяет достичь максимального технико-экономического эффекта.

Размещение средств вычислений, которые обеспечивают поддержку широкого спектра услуг, осуществляется тремя основными способами [14, 15]:

облачные вычисления (Cloud Computing);

туманные вычисления (Fog Computing);

капельные вычисления (Dew Computing).

Эти альтернативы отражают хорошо известный для ряда технических средств и систем управления процесс "централизация — децентрализация" [16], когда конкретная реализация определяется путем поиска близкого к оптимальному решения. При этом для рассматриваемого таксона обычно все три варианта представляются практически значимыми.

Штрихпунктирной линией показан подход, который представляется наиболее востребованным. Следует учесть, что данное утверждение относится к некой усредненной сельской сети электросвязи. В каждом конкретном случае следует искать проектное решение, которое можно рассматривать как рациональное [17].

Три примера развития

Первый пример основан на развитии системы сельской связи в соответствии с концепцией NGN. Такое решение следует рассматривать как несколько идеализированный сценарий. Практика модернизации национальных телекоммуникационных систем в ряде развитых стран не подтверждает их первоначальный выбор концепции NGN как стратегии дальнейшего развития. По крайней мере, доказательств четкого следования всем международным рекомендациям по NGN в технической литературе найти не удалось.

В настоящее время замена аналоговых УК в сельских телефонных сетях на цифровое оборудование с

той же технологией распределения информации (коммутацией каналов) не представляется разумным решением. Реализация концепции NGN предполагает радикальное изменение принципов построения сетей доступа. Подход большинства операторов связи в развитых странах основан на использовании компактных выносных модулей (ВМ), чаще всего размещаемых в контейнерах. Установка контейнера осуществляется в удобном для эксплуатации месте. Каждый ВМ представляет собой мультисервисный аппаратно-программный комплекс, позволяющий подключать практически все виды терминального оборудования потенциальных пользователей.

На рис. 3 отражена модернизированная на основе концепции NGN модель фрагмента сети с добавленным терминалом пользователя — телевизором (ТВ). Выход в телефонную сеть общего пользования (ТфОП), в Интернет, а также в сети телевизионного и звукового вещания (ТВ и ЗВ) осуществляется через УК-NGN. Кроме данных функций обеспечивается взаимодействие с предусмотренными требованиями различных ведомств средствами поддержки услуг (безопасность, здравоохранение, обучение, консультации, электронные государственные услуги). Их размещение, как изображено в правом нижнем фрагменте рис. 2, может осуществляться в любой точке сельской местности, в том числе и в выходящей за грани-

цы территории, обслуживаемой УК-NGN.

Представленный сценарий модернизации системы сельской связи весьма удачен, так как удовлетворяет всем требованиям, обусловленным внешними и внутренними факторами [5]. Применение УК-NGN следует проводить параллельно с расширением пропускной способности линейно-кабельных сооружений. В результате появляется возможность поддержки полного набора услуг, предусмотренных концепцией NGN, а также решения всех задач, обусловленных внешними и внутренними факторами модернизации системы сельской связи.

Второй пример подразумевает использование на уровне сети доступа исключительно беспроводных технологий (рис. 4). В приведенном примере предполагается, что с базовой станцией (БС), размещенной рядом с пакетным УК, могут взаимодействовать все виды терминалов. Сценарий может быть реализован по иным стандартам: новая БС не устанавливается, если операторами сетей сотовой связи предоставляются все необходимые ресурсы. Такой подход применяется, например, в Китае. Использование ресурсов, которыми располагают операторы сетей сотовой связи, может оказаться столь эффективным, что возникает возможность полного замещения традиционной, созданной ранее инфраструктуры. При этом, как правило, будут создаваться виртуальные операторы, для которых уже созданы необходи-

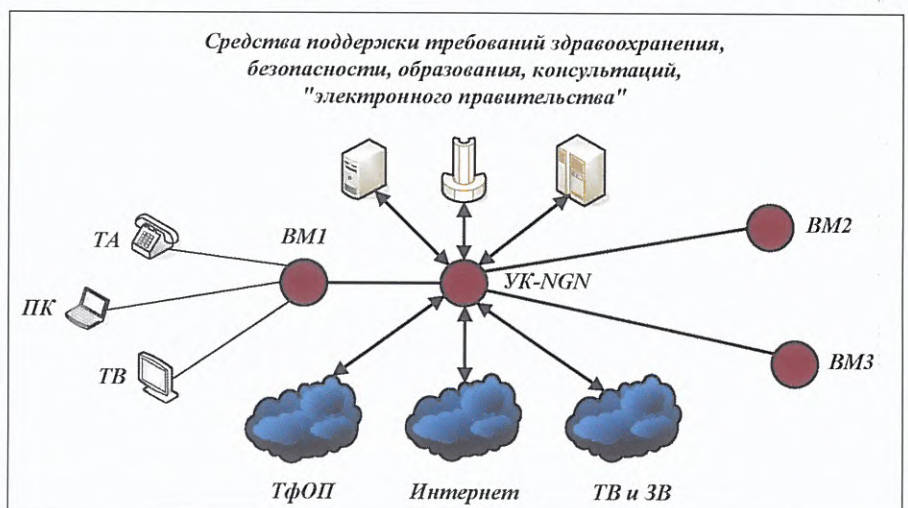


Рис. 3. Сценарий развития системы сельской связи на основе концепции NGN

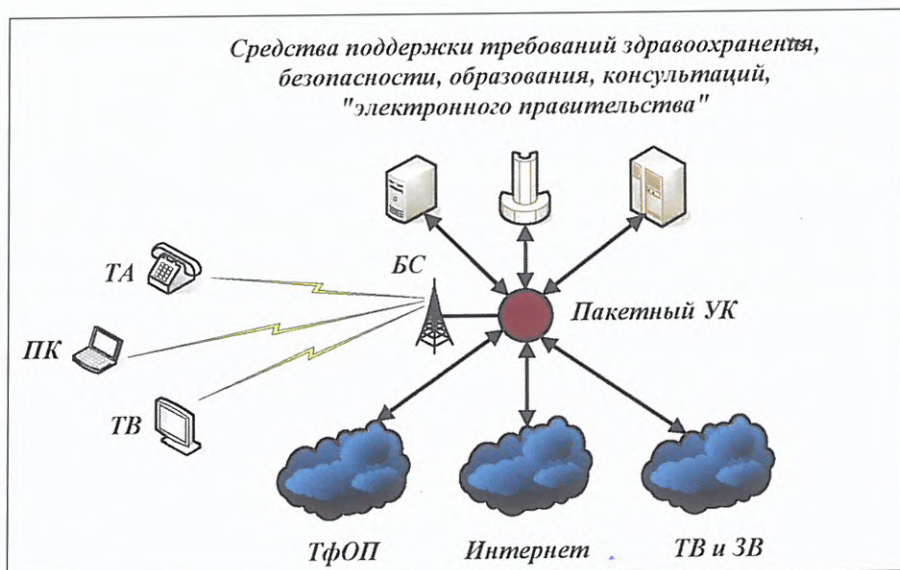


Рис. 4. Сценарий развития системы сельской связи на основе беспроводных решений

мые программные продукты, базирующиеся на инновационных решениях [18].

Стоит отметить, что в рассматриваемом решении сохраняются все основные положительные свойства предыдущего сценария. Однако при практическом воплощении предлагаемой модели может возникнуть сложность в выделении необходимых транспортных ресурсов, на которые будет постоянно возрастать спрос. Таким образом, во многих случаях разумным подходом станет сочетание первого и второго сценария [5].

Третий пример базируется на чаще других встречающемся подходе, который в англоязычной технической литературе определяется девизом "as will" — как получится [19]. Это означает, что структура сети электросвязи в перспективе повторит топологию, показанную на рис. 1, но ОС и УС будут заменены более современным оборудованием по мере старения аналоговой техники. При этом функциональные возможности системы сельской связи будут уступать тем, которые типичны для первого и второго сценариев.

Единственный сомнительный плюс третьего примера состоит в том, что отсутствует необходимость проведения каких-либо серьезных исследований и прогнозирования требований потенциальных пользователей к системе сельской связи.

Обсуждение возможных сценариев

Выбор оптимального или хотя бы рационального сценария из всех возможных решений должен быть основан на расчете экономических показателей при условии, что выполнены все требования технического характера. Эти требования, как правило, формулируются как кортеж [20], в котором показатели выражены численно или в виде утверждений.

Расчет экономических показателей каждого сценария представляет собой сложный процесс из-за невозможности достижения приемлемой точности исходных данных. По этой причине он иногда заменяется SWOT-анализом [21], название которого образовано из первых букв следующих слов: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы). В состав анализируемых положений в [5] предложено включить следующие три аспекта функционирования системы связи в сельской местности:

простота модернизации эксплуатируемых технических средств, включая задачи планирования сети; проведение дальнейшей эволюции без введения существенных изменений в комплекс используемых технических средств;

возможность автоматизации процессов технической эксплуатации используемых аппаратно-програм-

мных средств и линейно-кабельных сооружений.

Результаты SWOT-анализа свидетельствуют, что предпочтением следует отдать сценарию, который на рис. 2 отмечен штрихпунктирной линией. Однако такой вывод корректен при условии, что допустимо игнорировать те требования, которые могут быть сформулированы только в результате проведения междисциплинарных исследований [22]. В этом плане уместно помнить гениальное предвидение академик В.И. Вернадского [23]: "... грядущая наука будет внутренне выстраиваться не по дисциплинам, а по проблемам, и сегодня мы уже наблюдаем взрывообразное умножение живых трепещущих проблем, которые даже не могут быть корректно поставлены в рамках какой-либо единственной научной специальности".

Попытка определить новые подходы к модернизации системы сельской связи, учитывающие внешние требования, которые напрямую относятся к телекоммуникационным сетям, была предпринята в [1] восемь лет назад с учетом достигнутого уровня развития технологий известных требований в области электроэнергетики. За прошедшие годы ситуация изменилась. По этой причине поиск путей развития системы сельской связи на основе результатов междисциплинарных исследований стал более актуальным.

Литература

1. МСЭ. New developments in rural telecommunications/ МСЭ-D Study Groups. Document 2/1. Geneva, 1998.
2. МСЭ. Telecom network planning for evolving network architectures/ МСЭ-D. Reference Manual. Geneva, 2008.
3. МСЭ. New Technologies for Rural Applications. Final report of ITU-D Focus Group 7. 2000.
4. Соколов Н.А., Дмитриева С.А. Структурные характеристики сельских телефонных сетей. Сборник научных трудов ЦНИИС "Сети с инновационной службой". 1990.
5. Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А. Анализ направлений развития системы связи в сельской местности// Вестник связи. 2013. № 12. С. 31 – 35.
6. Горальски В. ADSL. – М.: Издательство "ЛС" 2007.

7. Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А., Яновский Г.Г. Сети связи. – СПб.: БХВ. 2010.
8. Соколов Н.А. Телекоммуникационные сети. – М.: Альварес Паблишинг. 2004.
9. Бакланов И.Г. NGN: принципы построения и организации. – М.: Эко-Трендз. 2008.
10. Росляков А.В., Ваняшин С.В. Будущие сети (Future Network). – Самара: ПГУТИ. 2015.
11. Гольдштейн Б.С., Кучерявый А.Е. Сети связи пост-NGN. – СПб.: БХВ-Петербург. 2013.
12. Комашинский В.И., Соколов Н.А. Концепция 2Э: новый подход к модернизации системы сельской связи// Connect! Мир связи. 2011. № 9.
13. Соколов Н.А. Процессы конвергенции, интеграции и консолидации в современной телекоммуникационной системе// Connect! Мир связи. 2007. № 10.
14. Риз Дж. Облачные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург. 2011.
15. Пинчук А.В., Соколов Н.А., Фрейнкман В.А. Общие принципы туманных вычислений// Первая миля. 2018. № 3.
16. Nault B.R. Information Technology and Organization Design: Locating Decisions and Information// Management Science. 1998. № 10.
17. Sokolov A., Sokolov N. Rational solutions for development of telecommunications networks// T-Comm "Телекоммуникации и транспорт". 2014. Том 8. № 6.
18. Пинчук А.В., Соколов Н.А. Опыт формирования инновационных решений при разработке телекоммуникационного оборудования// Вестник связи. 2017. № 2.
19. Ермаков А.В., Соколов Н.А., Федоров А.В. Проблемы модернизации сетей электросвязи/ Труды ЦНИИС. Санкт-Петербургский филиал. 2018. Том 1(5).
20. Судоплатов С.В., Овчинникова Е.В. Элементы дискретной математики: Учебник. – М.: ИНФРА-М; Новосибирск: Издательство НГТУ. 2002.
21. Дженстер П., Хасси Д. Анализ сильных и слабых сторон компании. Определение стратегических возможностей. – М.: Издательский дом "Вильямс". 2003.
22. Repko A., Szostak R. Interdisciplinary Research: Process and Theory: Third Edition. – SAGE. 2017.
23. Назаретян А.П. Цивилизационные кризисы в контексте универсальной истории (Синергетика, психология и футурология). – М.: Per Se. 2001.