

Электронный научный журнал «Век качества» ISSN 2500-1841 <http://www.agequal.ru>

2024, №4 [http://www.agequal.ru/pdf/2024/AGE\\_QUALITY\\_4\\_2024.pdf](http://www.agequal.ru/pdf/2024/AGE_QUALITY_4_2024.pdf)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Биятдинов К.З. О формировании современного функционального эквивалента сети связи на основе требований к управлению большими техническими системами // Электронный научный журнал «Век качества». 2024. №4. С. 150-162. Режим доступа: <http://www.agequal.ru/pdf/2024/424008.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 654.078

## **О формировании современного функционального эквивалента сети связи на основе требований к управлению большими техническими системами**

*Биятдинов Камиль Закирович,  
доктор технических наук, кандидат военных наук, доцент,  
профессор кафедры системного анализа и управления  
Государственного университета «Дубна»  
141980, г. Дубна Московской обл., ул. Университетская, 19  
[k01b@mail.ru](mailto:k01b@mail.ru)*

Представлены научно-методологические основы формирования минимального набора современных средств связи, обеспечивающих качество и объем услуг, оказываемых в сетях связи, функционирующих в интересах управления большими техническими системами (промышленными предприятиями, распределёнными информационными системами, объектами инфраструктуры городских агломераций и т.п.).

Формирование набора средств связи предлагается осуществлять путём определения и систематизации требований к управлению конкретной большой технической системой. На основе данных требований и по результатам анализа развития и интеграции инфокоммуникационных технологий в больших технических системах, графов информационных потоков в системах, а также законодательства в области связи составлен и систематизирован рекомендуемый перечень основных показателей качества средств связи. Определение требуемых значений этих показателей в зависимости от цели и специфики функционирования конкретной большой технической системы позволит сделать обоснованный выбор необходимых средств связи.

Научно-методологические основы формирования современного функционального эквивалента сети связи могут быть использованы для повышения эффективности развития и совершенствования выделенных и технологических сетей связи, функционирующих в интересах управления большими техническими системами.

**Ключевые слова:** выбор средств связи, выделенные сети связи, граф информационных потоков в системе, информационные технологии, показатели качества, технологические сети связи, управление, услуги связи.

## Введение

Сегодня важнейшей целью развития и совершенствования информационных технологий является повышение эффективности управления большими техническими системами (промышленными предприятиями, распределёнными информационными системами, объектами транспорта, объектами инфраструктуры городских агломераций и т.п.).

В свою очередь, эффективность применения информационных технологий при управлении большими техническими системами (далее – БТС) в значительной степени зависит от количества и возможностей средств связи, состояния и функционирования сетей связи, предоставляющих услуги связи в интересах конкретной БТС в соответствии с требованиями законодательства в области связи [1].

Актуальность данной предметной области усиливается при повышении требований к эффективности управления БТС, включая, в первую очередь, экономию ресурсов на функционирование системы управления (далее – СУ) БТС без ухудшения значений выбранных показателей качества СУ.

Анализ современных научных исследований в области анализа и оценки эффективности [1, 5, 9, 13] и повышения (обеспечения) эффективности [2, 6, 7, 8, 10, 11] информационных и телекоммуникационных систем показывает, что существуют определённые пробелы в научно-методологическом базисе, применимом для выбора и эксплуатации современных средств связи в составе СУ БТС.

Вот почему в настоящее время одним из направлений повышения (обеспечения) эффективности СУ БТС является постановка и решение научной задачи развития и совершенствования научно-методологических основ формирования современного функционального эквивалента сети связи на основе требований к управлению БТС, технических регламентов и законодательства в области связи.

## Основная часть

### I. *Современные функциональные эквиваленты выделенных и технологических сетей связи БТС*

В пп. 25 ст. 2 Федерального закона от 07.07.2003 № 126-ФЗ «О связи» указано: «современный функциональный эквивалент сети связи – минимальный набор современных средств связи, обеспечивающий качество и существующий объем услуг, оказываемых в сети связи»<sup>1</sup>.

В рамках постановки задачи исследования наиболее перспективным направлением решения этой задачи представляется формирование и совершенствование современных функциональных эквивалентов выделенных и технологических сетей связи БТС.

При этом в процессе практической реализации данного направления придётся учитывать следующие требования законодательства в области связи:

1. Согласно п. 1 ст. 14 Федерального закона от 07.07.2003 № 126-ФЗ «О связи»:

1.1. Выделенные сети связи могут взаимодействовать между собой и не имеют присоединения к сети связи общего пользования.

1.2. Технологии и средства связи, применяемые для организации выделенных сетей связи, а также принципы их построения устанавливаются собственниками или иными владельцами этих сетей (то есть выделенных сетей связи – *примеч. автора*).

2. Согласно п. 1 ст. 12 Федерального закона от 07.07.2003 № 126-ФЗ «О связи», технологические сети связи присоединяются к сетям связи общего пользования.

3. Согласно п. 1 ст. 15 Федерального закона от 07.07.2003 № 126-ФЗ «О связи»:

3.1. Технологические сети связи предназначены для обеспечения производственной деятельности организаций, управления технологическими

---

<sup>1</sup>О связи: Федеральный закон от 07.07.2003 № 126-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_43224/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43224/) (дата обращения: 20.11.2024г.).

процессами в производстве.

3.2. Технологии и средства связи, применяемые для создания технологических сетей связи, а также принципы их построения устанавливаются собственниками или иными владельцами этих сетей (то есть технологических сетей связи – *примеч. автора*).

Таким образом, далее целесообразно определить общую последовательность действий должностных лиц СУ БТС (или других заинтересованных лиц) по формированию современных функциональных эквивалентов выделенных и технологических сетей связи БТС, а именно:

1. Определение заданного конечного множества всех требований к управлению в установленный период времени эксплуатации набора средств связи, определяемых на основе:

- 1) цели функционирования БТС, требований нормативно-правовых актов и вышестоящей системы управления;
- 2) выполняемых задач и функций БТС;
- 3) наличия и состояния ресурсов эксплуатации БТС и инфраструктуры, необходимой для функционирования БТС;
- 4) количества, квалификации и должностных обязанностей персонала БТС (в первую очередь структурных подразделений, относящихся к СУ БТС);
- 5) учёта прогнозируемых внешних воздействий на БТС во время установленного периода времени эксплуатации набора средств связи в составе СУ БТС;
- 6) уровня автоматизации производства и перспектив развития технологических процессов;
- 7) требований к процессам контроля, принятия и доведения решений;
- 8) количественных показателей оценки качества функционирования БТС и, в первую очередь, СУ БТС;
- 9) условий эксплуатации средств связи;

10) иных требований, определяемых спецификой функционирования БТС (например, требований в сфере информационной безопасности) и (или) планированием развития производства.

2. Из множества всех требований к управлению БТС определение и детализация требований, влияющих на формирование современных функциональных эквивалентов сетей связи БТС.

В данном пункте требования предлагается представить в виде достаточного количества показателей качества и допустимых количественных значений выбранных показателей качества, позволяющих наиболее рационально достигнуть цели функционирования конкретных БТС.

3. Ранжирование полученных показателей в зависимости от их влияния на достижение цели функционирования БТС. Для ранжирования могут привлекаться эксперты из числа наиболее квалифицированных специалистов БТС и (или) признанных экспертов в данной предметной области. При необходимости на основе экспертных оценок возможен расчёт нормированных коэффициентов важности для каждого выбранного показателя качества [3, 13].

В итоге совокупность полученных данных целесообразно в дальнейшем использовать при разработке модели требований к управлению БТС.

*II. Предложения по разработке модели требований к управлению БТС, влияющих на формирование современных функциональных эквивалентов сетей связи, используемых в интересах БТС (далее – Модель).*

Модель предлагается разрабатывать на строго определённый период времени функционирования БТС. При этом предполагается, что в течение данного периода времени требования к управлению БТС можно считать в целом стабильными. Для повышения устойчивости управления неблагоприятные воздействия на систему связи рекомендуется рассчитывать по пессимистичному сценарию [14, 15]. В результате такого подхода будет получено некоторое конечное множество Моделей, равное количеству выбранных частей требуемого периода времени функционирования БТС.

Полученные Модели отражают динамику требований к управлению БТС, влияющих на качественные характеристики компонентов минимального набора средств связи, необходимого для управления БТС. Эти сведения рационально использовать при планировании организации связи, технического обеспечения, модернизации и выбора средств связи для эксплуатации в составе современных функциональных эквивалентов выделенных и технологических сетей связи БТС.

Модели рекомендуется составлять в виде простого документального описания требований к управлению БТС, например, в форме стандарта организации в сфере управления (услуг связи), или в виде графов информационных потоков при обеспечении управления БТС. В этом случае под графами информационных потоков при обеспечении управления БТС (графа информационных потоков в системе) следует понимать математическую модель информационных потоков, представляющую собой совокупность вершин и соединяющих их ребер. Вершины графа будут представлены СУ, структурными подразделениями и (или) производственными и обеспечивающими подсистемами БТС, то есть различными элементами БТС. Ребра графа – это, соответственно, информационные потоки между элементами БТС.

Основное достоинство графов информационных потоков в системах состоит в том, что в дальнейшем для формирования современных функциональных эквивалентов сетей связи БТС ребра графов целесообразно представить в виде линий связи, а вершины графов в виде различных минимальных наборов средств связи, необходимых определённым элементам БТС для обеспечения взаимодействия в информационном контуре управления БТС, включая функционирование автоматизированных систем управления (АСУ), систем автоматики и дистанционного контроля технологических процессов. Это целесообразно, так как, в соответствии с пп. 28 ст. 2 Федерального закона от 07.07.2003 № 126-ФЗ «О связи», «средства связи –

технические и программные средства, используемые для формирования, приема, обработки, хранения, передачи, доставки сообщений электросвязи или почтовых отправлений, а также иные технические и программные средства, используемые при оказании услуг связи или обеспечении функционирования сетей связи, включая технические системы и устройства с измерительными функциями...»<sup>2</sup>.

Графы информационных потоков рекомендуется дополнить расчетными значениями (с учетом предъявляемых к сетям связи БТС обязательных требований и планируемого объема оказываемых услуг связи) величин, определяющих технические возможности входящих в состав сети связи средств и линий связи, а также (при необходимости) монтированной ёмкости.

Таким образом, представленные предложения по разработке Модели позволят использовать унифицированные табличные формы из состава структурно-функциональных моделей БТС (далее – табличные формы) и матрицы значений показателей качества [3, 4,]. На практике предлагаемые табличные формы наиболее рационально использовать для выбора, составления и дальнейшей эффективной эксплуатации минимального набора современных средств связи с учётом специфики функционирования БТС [3, 4, 15].

III. *Рекомендуемый перечень основных показателей качества средств связи, применяемых в составе современного функционального эквивалента сетей связи БТС* (далее – Перечень показателей).

Составление табличных форм [3, 4, 13] предполагает разработку и использование Перечня показателей.

Сегодня по результатам анализа развития и интеграции инфокоммуникационных технологий [1, 7, 11] в БТС, а также законодательства в области связи целесообразно составить Перечень показателей и систематизировать полученные показатели по трем группам:

– в первую группу входят показатели, в которых наилучшим считается

---

<sup>2</sup>О связи: Федеральный закон от 07.07.2003 № 126-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_43224/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43224/) (дата обращения: 20.11.2024г.).

наименьшее значение показателя (например, расход какого-то вида ресурса на эксплуатацию средств связи, то есть  $Q_{min} \rightarrow 0$ );

– во вторую группу входят показатели, в которых наилучшим считается наибольшее значение показателя (например, гарантийный период эксплуатации средств связи, то есть  $Q_{max} \rightarrow \infty$ );

– в третью группу входят показатели, для которых задан диапазон значений (например, температурный диапазон эксплуатации средств связи, то есть  $Q_i \in [Q_{min}, Q_{max}]$ ) [3, 4, 15].

В итоге Перечень показателей можно представить в следующем виде:

1. Показатели качества средств связи первой группы ( $Q_{min} \rightarrow 0$ ):

1.1. Количество отказов средств связи в оцениваемый период эксплуатации.

1.2. Расход ресурсов на создание, эксплуатацию, техническое обслуживание, ремонт, модернизацию и утилизацию средств связи (или расход ресурсов (бюджета) по этапам жизненного цикла средств связи).

1.3. Время технического обслуживания и ремонта (восстановления).

1.4. Время передачи сообщения в информационном контуре управления (ИКУ) и (или) время информационного цикла управления БТС.

1.5. Количество обслуживающего персонала.

1.6. Расход ресурсов (бюджета) на содержание и обучение персонала.

1.7. Время необходимое для ввода в эксплуатацию средств связи и обучения (переподготовки) персонала.

1.8. Количество и типы элементов внешней и внутренней инфраструктуры БТС, необходимых для эксплуатации средств связи.

1.9. Вероятность потери (искажения, перехвата, ввода ложной информации в ИКУ БТС) информации при эксплуатации средств связи.

1.10. Вероятность одновременного выхода из строя (неисправности) заданного количества и типов средств связи в составе системы связи БТС.

2. Показатели качества средств связи второй группы ( $Q_{max} \rightarrow \infty$ ):

2.1. Объем передаваемой (обрабатываемой) информации в ИКУ БТС.

2.2. Скорость передачи (доступа, обработки) информации.

2.3. Объем хранимой информации.

2.4. Время устойчивой эксплуатации в заданных неблагоприятных условиях и (или) воздействиях внешней среды.

2.5. Время эксплуатации до планового технического обслуживания, капитального ремонта или модернизации.

3. Показатели качества средств связи третьей группы ( $Q_i \in [Q_{min}, Q_{max}]$ ):

3.1. Количество компонентов современного функционального эквивалента сети связи БТС, которые должны находиться в постоянной эксплуатации для обеспечения управления БТС.

3.2. Количество обслуживающего персонала системы связи и АСУ БТС.

3.3. Количество и вид требуемых услуг связи и обработки информации.

Представленный перечень показателей может быть дополнен с учётом специфики функционирования конкретной БТС (например, планирования развития производства) или на основе требований, изложенных в ГОСТ Р 53111-2008 Национальный стандарт Российской Федерации «Устойчивость функционирования сети связи общего пользования. Требования и методы проверки».

Определение требуемых значений этих показателей в зависимости от цели и специфики функционирования конкретной БТС позволит сделать обоснованный выбор необходимых средств связи и АСУ.

### **Заключение**

В перспективе исследование качественных характеристик компонентов и определение наиболее рационального содержания современного функционального эквивалента выделенных и технологических сетей связи БТС позволят в значительной степени снизить расходы на услуги связи. В условиях ограничения ресурсов развития БТС и при неблагоприятных внешних

воздействиях данный фактор будет способствовать обеспечению требуемого уровня эффективности проактивного управления БТС.

Научно-методологические основы формирования современного функционального эквивалента сети связи могут быть использованы для повышения эффективности развития и совершенствования выделенных и технологических сетей связи, функционирующих в интересах управления большими техническими системами.

### Список литературы

1. Абуков Ш.З., Евдокимова К.В., Евдокимов В.О., Куракова Н.Ю. Анализ и оценка эффективности интегрированного сетевого трафика телекоммуникационной и компьютерной сети // Экономика и предпринимательство. 2022. № 11(148). С. 1371-1374.

2. Артеменко В.А., Богданова Н.В. Способ повышения эффективности в передачи в телекоммуникационных сетях // Проблемы информатизации и управления. 2008. Т. 1. № 23. С. 30-36.

3. Билятдинов К.З., Досиков В.С. Опыт разработки методического обеспечения инновационной оценки качества функционирования одного класса сложных систем // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2022. Т.18. № 1. С. 105 - 125.

4. Билятдинов К.З., Кривчун Е.А. Правила составления и вычитания матриц значений по двум группам показателей для оценки качества больших технических систем // International Journal of Open Information Technologies. 2022. Т. 10. № 7. С. 29-37.

5. Брехунцов Е.В., Головченко Е.В., Дьяченко В.А. Подход к оценке эффективности информационно-телекоммуникационной сети // Охрана, безопасность, связь. 2017. № 1-1. С. 220-224.

6. Митрохин В.Е., Жабина А.В., Зо З.Ч. Разработка методов повышения эффективности функционирования телекоммуникационных сетей при

воздействии дестабилизирующих факторов // Исследование процессов взаимодействия объектов железнодорожного транспорта с окружающей средой: сб-к статей по результатам программы фундам. и поисковых науч.-исслед. работ за 2004 г. / Под ред. В.Т. Черемисина. - Омск, 2005. - С.127-139.

7. Монастырский М.М. Интегрированная АСУ телекоммуникационной сети как инструмент повышения эффективности ее эксплуатации // Современные информационные технологии в образовании: Южный федеральный округ: материалы научно-методической конференции. - Рн/Д ЦВВР, 2007. - С. 180-183.

8. Нуркатов А.А. Методическое обоснование механизма повышения эффективности управления региональной сетью телекоммуникационных услуг // Петербургский экономический журнал. 2019. № 1. С. 149-160.

9. Петров Д.С. Разработка модели и алгоритмов оценки эффективности процедуры распределения телекоммуникационных ресурсов в сетях 5G // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. 2021. Т.11. № 2. С. 50-57.

10. Филимонов С.М. Повышение эффективности сетей связи телекоммуникационных компаний // Студенческий вестник. 2020. № 22-7(120). С. 63-65.

11. Юдин А.К., Яковенко О.Л. Методология повышения эффективности функционирования интегрированных информационно-телекоммуникационных систем и сетей // Вестник Национального авиационного университета. 2008. Т. 1. № 34. С. 93-97.

12. Ясинский С.А., Ходунов А.А., Зюзин А.Н., Селезнев А.В. Сравнительный анализ базовых типовых структур телекоммуникационных сетей общего пользования по относительным коэффициентам эффективности // Труды ЦНИИС. Санкт-Петербургский филиал. 2022. Т. 1. № 13. С. 74-80.

13. Biliatdinov K.Z., Dosikov V.S., Meniailo V.V. Improvement of the paired comparison method for implementation in computer programs used in assessment of

technical systems' quality // *Computer Research and Modeling*. 2021. Vol. 13. № 6. Pp. 1125-1135.

14. Bilyatdinov K.Z., Krivchun E.A. Development and improvement of assessment means of technical systems quality in the process of maintenance // *CEUR Workshop Proceedings*. July 5-9, 2021. Vol. 3041. Pp. 579-583.

15. Biliatdinov K.Z. Mathematical apparatus of quality assessment of complex systems operation: methods and algorithms // *International Journal of Open Information Technologies*. 2023. T. 11. № 7. Pp. 94-101.

**On the formation of modern functional equivalent  
communication network based on management requirements  
big technical systems**

***Biliatdinov Kamil Zakirovich,***  
*Doctor of Technical Sciences, Candidate of Military Sciences,*  
*Associate Professor,*  
*Professor of the Department of Systems Analysis and Management*  
*Dubna State University*  
*141980, Dubna, Moscow Region, Universitetskaya St., 19*  
*k01b@mail.ru*

The scientific and methodological foundations of the formation of a minimum set of modern communication tools that provide the quality and volume of services provided in communication networks operating in the interests of the management of big technical systems (industrial enterprises, distributed information systems, urban agglomeration infrastructure facilities, etc.).

The formation of a set of communication funds is proposed to be carried out by determining and systematizing the requirements for managing a particular big technical system. Based on these requirements and based on the results of the development and integration of infocommunication technologies in big technical systems, graphs of information flows in systems, as well as legislation in the field of communication, the recommended list of basic indicators of the quality of communication funds was drawn up and systematized. Determining the required values of these indicators, depending on the purpose and specificity of the functioning of a particular big technical system, will make the reasonable choice of the necessary means of communication.

The scientific and methodological foundations of the formation of a modern functional equivalent of a communication network can be used to increase the efficiency of development and improve the allocated and technological communication networks that function in the interests of managing big technical systems.

**Keywords:** the selection of communications, the allocated communication networks, the column of information flows in the system, information technologies, quality indicators, technological communication networks, management, communication services.