

ПОДХОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СВЯЗИ И ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ СВЯЗИ И ЗАДАЧИ ПО ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ В РАМКАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

М.М. Добрышин, к.т.н., Академия ФСО России, dobrithin@ya.ru;

Д.С. Горбуля, Академия ФСО России, gorbulya@ya.ru.

УДК 004.942

Аннотация. В статье представлен краткий анализ нормативно-правовой базы, регламентирующий процессы оценки качества связи и предоставления услуг связи. На основании проведенного анализа сформирована система свойств, позволяющая на гипотетическом уровне показать взаимосвязь между свойствами, характеризующими услуги связи и сеть связи в условиях проведения компьютерных атак в отношении элементов сети. Предложенные гипотетические связи требуют дальнейшего теоретического и эмпирического изучения, результаты которого позволят повысить достоверность оценки уровня информационной безопасности и повысить уровень информационной безопасности предоставляемых услуг и сети связи.

Ключевые слова: теория информационной безопасности; система обеспечения информационной безопасности; качество связи и услуг связи; свойства.

APPROACHES TO ASSESSING THE QUALITY OF COMMUNICATION AND THE PROVISION OF COMMUNICATION SERVICES AND TASKS FOR THEIR IMPROVEMENT IN THE FRAMEWORK OF INFORMATION SECURITY

M.M. Dobryshin, Candidate of Technical Science, Academy of the Federal Security Service of Russia.

D.S. Gorbulya, Academy of the FSS of Russia.

Annotation. The article presents a brief analysis of the regulatory framework governing the processes of assessing the quality of communication and the provision of communication services. Based on the conducted analysis, a system of properties has been formed that allows to show at a hypothetical level the relationship between the properties characterizing communication services and the communication network in the conditions of computer attacks against network elements. The proposed hypothetical connections require further theoretical and empirical study, the results of which will increase the reliability of the assessment of the level of information security and increase the level of information security of the services provided and the communication network.

Keywords: information security theory; information security system; quality of communication and communication services; properties.

Введение

Парадигма процесса предоставления услуг связи абонентам на современном этапе развития техники изменилась от «подстройки» абонента под возможности сети связи (СС) к требованию абонентов по предоставлению услуг связи «здесь и сейчас». Совершенствование телекоммуникационного оборудования позволило существенно усилить требования абонентов к качеству предоставляемых услуг связи (если на этапе становления междугородней телефонии абоненты заказывали

сеанс связи, и время ожидания измерялось в часах, то в настоящий момент требования ко времени соединения исчисляются единицами секунд) [1, 2].

Качество связи – совокупность свойств, характеризующих качество СС, качество услуг связи и восприятия качества услуги связи потребителями. Особое внимание следует уделить тому, что свойства, характеризующие качество связи и услуг связи, концептуально отличаются от свойств, применяемых при описании процессов функционирования СС, оборудования и программного обеспечения [3].

Увеличение количества организаций, предоставляющих услуги связи (провайдеров), позволило на уровне регламентирующих документов не определять численные значения параметров, характеризующих качество предоставления услуг связи, а использовать ресурсы провайдера, соотношение цена/качество у которого удовлетворяет абонента – ориентация на потребителя [4].

Такой подход действительно позволяет превзойти допустимые требования из принятых стандартов предыдущих поколений при функционировании СС в условиях отказов и сбоев телекоммуникационного оборудования и программного обеспечения.

Однако, отсутствие сгруппированной однозначной системы свойств и нормированных значений параметров качества связи и параметров качества предоставления услуг связи не позволяют в полной мере оценить способность СС выполнять свои функции по предоставлению услуг связи с требуемым качеством в условиях внешних дестабилизирующих факторов и в частности при реализации компьютерных атак (КА).

Система свойств, характеризующих качество предоставления услуг связи

Анализ нормативно-правовых документов показывает многовекторность и разрозненность предметной области оценки качества связи и предоставления услуг связи. В настоящий момент задачу оценки качества предоставления услуг связи определяют и регламентируют №126-ФЗ «О связи», Закон №2300-1 «О защите прав потребителей», приказами Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, а также группой международных стандартов и рекомендациях (МСЭ-Т E.800 (09/2008), МСЭ-Т E.802 (02/2007), МСЭ-Т Y.1540 (12/2019), МСЭ-Т Y.1541 (02/2006), ETSI ETR 003, ETSI EG 202 057 и др.), государственных стандартов (ГОСТ ISO 9000-2011, ГОСТ Р 55390-2012, ГОСТ Р 55387-2012, ГОСТ Р 55542-2013, ГОСТ Р 55543-2013, ГОСТ Р 56087.(1, 2)-2014, ГОСТ Р ИСО 9000-2015, ГОСТ Р 54536-2011 (2020), ГОСТ Р 57193-2016, ГОСТ Р 55273-2012 (ISO/IEC/TR 90005:2008) и др.).

Основные понятия описываются в рекомендациях ETSI:

- ETSI ETR 003 – определения качества обслуживания (*QoS*) и качества сети связи (*NP*), а также взаимосвязи между ними.
- ETSI EG 202 057-1 v1.3.1. – определяет параметры, характеризующие *QoS* для различных услуг связи; общие рекомендации по измерению основных параметров и порядку сбора статистических данных.
- ETSI EG 202 057-4 v1.1.1. – определяет параметры, характеризующие *QoS* для сети Интернет; общие рекомендации по измерению основных параметров и порядку сбора статистических данных.
- 3GPP TS 29.213 – описывает модель отображения параметров *QoS* между протоколами верхнего и нижнего уровней модели ISO.

На основе анализа приведенных документов сформулированы схемы процесса оценки качества предоставляемых услуг связи (рис. 1, 2) и схема системы свойств качества связи (рис. 3).

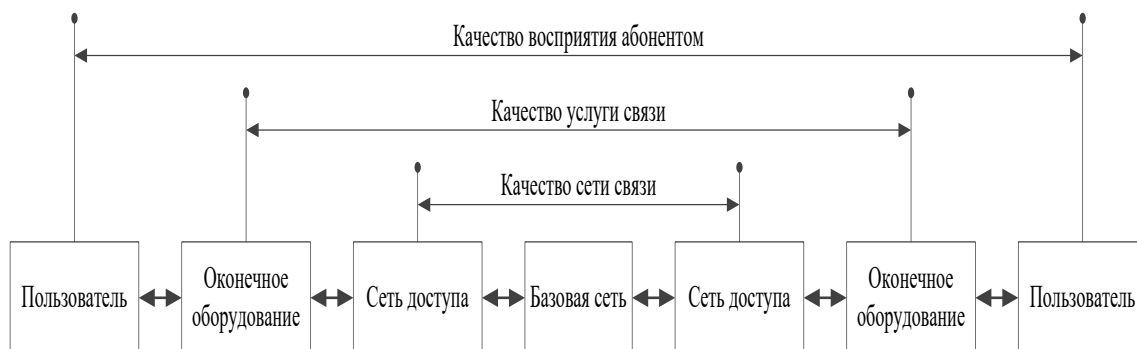


Рисунок 1

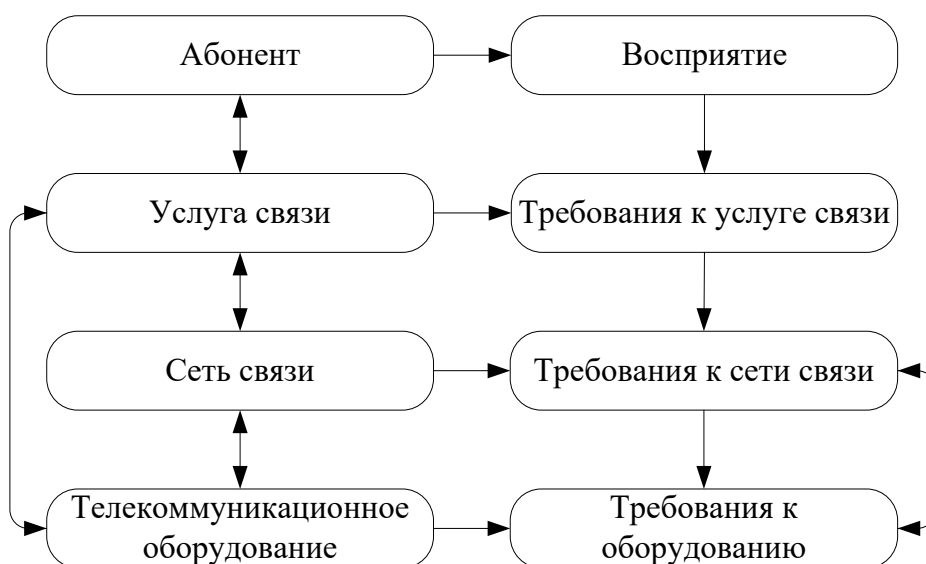


Рисунок 2

Мониторинг качества связи и предоставления услуг связи включает:

- определение показателей качества услуг связи и норм на них;
- разработка методик измерений, включая определения условий и применяемых средств измерений;
- проведение измерений значений параметров качества.

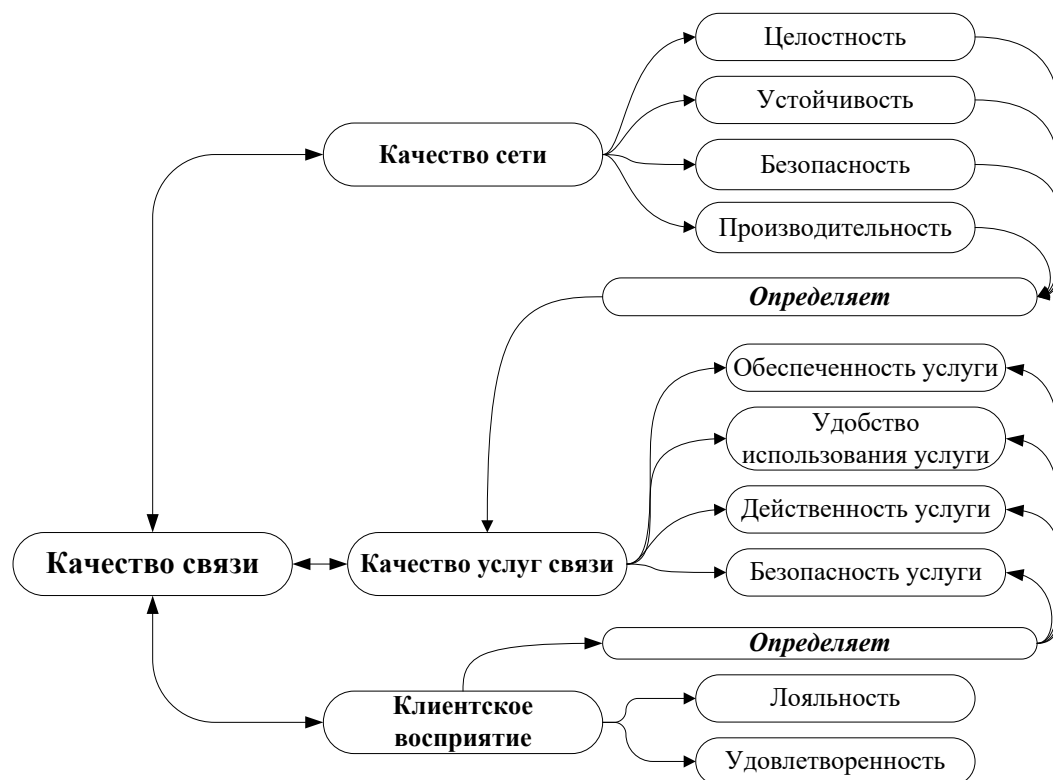


Рисунок 3

Ниже перечислены показатели качества и некоторые нормированные значения этих параметров. Для отдельных показателей нормативно-правовые документы не определяют нормированных значений, в этих случаях по договоренности между провайдером и абонентом оценка качества осуществляется на основе метода *SLA* (из конца в конец, *Service Level Agreement*). *SLA* регламентируется рекомендациями *ITU-T E.860*.

Исходя из того, что пользователем услуги связи является человек, то конечная оценка качества услуги связи основывается на индивидуальных ощущениях восприятия. Под восприятием качества услуги связи (*QoE, Quality of Experience*) понимается – совокупность ощущений абонента (пользователя), отражающих степень его ожиданий и удовлетворенности услугами связи. Оценка качества производится путем проведения опросов, сбора и анализа жалоб, а также использованием данных, получаемых на основе единичных субъективных оценок качества каждой услуги, формируемой с использованием, установленного на оборудовании абонента программного обеспечения (приложения) [5]. В качестве основной характеристики качества восприятия услуги связи выступает удовлетворенность абонентов. Оценка абонентом качества предоставленной услуги декомпозируется на два направления: удовлетворенность абонентов провайдером связи и удовлетворенность абонента от использования услуги связи.

В качестве отдельных показателей удовлетворенности абонентов провайдером связи выступают параметры, описывающие процесс получения и использования абонентом услуг связи (без привязки к конкретной услуге связи)¹. Типовые параметры и их нормированные значения представлены в табл. 1.

¹ ГОСТ Р 54536-2011. Системы менеджмента качества. Межотраслевые требования.

Таблица 1.

Показатель качества, единица измерения	Нормированное значение
Своевременность выполнения заявки на подключение клиента к сети связи, %	не менее 99
Количество повреждений в расчете на одну абонентскую линию в год, единиц	не более 0,001
Доступность службы оператора, мин.	не более 5
Правильность счетов, выставляемых за услуги связи %	не менее 99,9
Число претензий, удовлетворенных в установленные сроки, %	не менее 95

В качестве отдельных показателей удовлетворенности абонентов от использования услуги связи выступает субъективное мнение абонентов и оценивается²:

- единичный критерий оценки одного пользователя (по пятибалльной шкале): отлично; хорошо; удовлетворительно; плохо; очень плохо;
- общий критерий оценки всех пользователей: все пользователи удовлетворены, многие пользователи удовлетворены, некоторые пользователи не удовлетворены; многие пользователи не удовлетворены; почти все пользователи не удовлетворены.

Очевидно, что указанные подходы к оценке качества предоставления услуг связи не способны адекватно и достоверно описать изучаемый процесс и, в частности, оценить качество предоставляемых услуг в условиях воздействия КА на сеть связи и ее элементы. Вследствие этого оценке подлежат непосредственно предоставляемые абонентам услуги связи, реализуемые на технологическом уровне (установление соединения – обмен данными – завершение соединения).

Качество услуги связи – совокупность существенных свойств услуги, обуславливающих ее пригодность для удовлетворения потребностей абонента (пользователя) [5]. Под материальной основой понятия «услуга связи» (услуга связи – деятельность по приему, обработке, хранению, передаче, доставке сообщений электросвязи или почтовых отправлений) следует понимать набор технологических действий, реализуемых телекоммуникационным оборудованием и операций программного обеспечения, которые совершает абонент, оператор и телекоммуникационное оборудование. К основным свойствам, описывающим качество услуги связи относятся³ [6]:

Обеспеченность услуги – способность оператора связи предоставлять услугу (набор услуг) и обеспечивать обслуживание пользователя с наилучшим образом. Обеспеченность услуги характеризуется результативностью процессов предоставления услуг связи, планированию и управлению сетью связи; описывается наличием ресурсов и информации, необходимых для поддержания этих процессов и их мониторинга. К основным ресурсам относятся:

- человеческие ресурсы, показатели: уровень компетентности, уровень подготовки и уровень осведомленности персонала;
- инфраструктура сети, показатели: уровень укомплектованности, уровень оснащенности, зона покрытия, максимальная пропускная способность;

² ГОСТ Р 56087.2-2014. Методика проведения опроса пользователей.

³ ГОСТ Р 53724 -2009. Качество услуг связи. Общие положения.

- информационные ресурсы, показатели: планы размещения подразделений, телекоммуникационного оборудования и средств обслуживания, планы действий в различных условиях эксплуатации;
- производственная среда – условия, в которых выполняют работу, включая физические, экологические и другие факторы (такие как шум, температура, влажность, освещенность или погодные условия).

Удобство (простота) использования услуги – свойство услуги, характеризующее, насколько успешно и просто пользователь может ее получить. В качестве основных параметров удобства использования выступают параметры, описывающие характеристики эргономики, функциональности и понятности дизайна; простоты обновления программного обеспечения.

Безопасность услуги – свойство услуги быть защищенной от несанкционированного доступа, злонамеренного и неправильного использования, преднамеренной порчи, ошибок человека и стихийных бедствий.

В контексте свойств качества предоставления услуг связи термин «безопасность» используется в смысле сведения к минимуму уязвимостей активов и ресурсов которое может быть использовано для нарушения системы или информации, которую она содержит. В обобщенном виде безопасность услуги объединяет безопасность информации и безопасность информационной технологии. Под информационной технологией понимаются приемы, способы и методы применения средств вычислительной техники при выполнении функций сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных⁴ [7].

Основные свойства информации с точки зрения информационной безопасности широко известны: целостность, доступность, конфиденциальность, достоверность и подотчетность⁵.

В силу принципов и механизмов реализации компьютерных атак, особое внимание следует уделить применяемым информационным технологиям, т.к. компьютерные атаки в большей степени направлены на изменения правильности функционирования приемов, способов и методов применения средств вычислительной техники при выполнении функций сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных. Основные свойства и параметры информационных технологий перечислены на рис. 4, порядок определения значений указанных параметров описан в⁶.

Анализ свойств и показателей информационных технологий показывает, что при оценке уровня ИБ необходимо рассматривать не только свойство безопасности, а систему свойств в целом [8]. Системность рассмотрения свойств информационной безопасности обусловлено тем, что воздействие осуществляется с целью воздействия на функциональную пригодность [9] за счет воздействия на используемые ресурсы (в том числе временные и пропускную способность), противодействие КА. Минимизация ущерба и устранение последствий осуществляется за счет свойств надежности, пригодности для обслуживания, удобства использования и совместимости [10, 11].

Действенность услуги – свойство услуги быть предоставленной тогда, когда это необходимо пользователю, и продолжаться без чрезмерного ухудшения в течение требуемого времени (в пределах определенных допусков и в заданных условиях).

⁴ ГОСТ Р 52448-2005. Защита информации. Обеспечение безопасности сетей электросвязи. Общие положения.

⁵ ГОСТ Р ИСО/ТО 13569-2007. Рекомендации по информационной безопасности.

⁶ ГОСТ Р ИСО/МЭК 25023-2021. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программной продукции (*SQuaRE*). Измерения качества системы и программной продукции.

Действенность услуги связи декомпозируется на:

- доступность услуги – свойство услуги быть предоставленной тогда, когда это необходимо пользователю;
- непрерывность (надежность) услуги – свойство услуги, будучи предоставленной, продолжаться в течение требуемого времени;
- целостность услуги – свойство услуги, будучи предоставленной, обеспечиваться без чрезмерного ухудшения.



Рисунок 4

Типовые показатели (без указания вида услуги связи), характеризующие действенность услуги, представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Свойство	Показатель качества, единица измерения
Доступность услуги	Успешность регистрации с сети оператора, %
	Доля неуспешных попыток установления соединения, %
Непрерывность услуги	Доля обрывов успешно установленных соединений, %
Целостность услуги (по отдельным видам услуг)	Средняя разборчивость речи на соединение
	Доля недоставленных сообщений, %
	Доля неуспешных сессий, %
	Среднее значение скорости передачи данных

Параметр качества услуги – подлежащая определению путем непосредственного наблюдения, количественная характеристика одного или нескольких свойств услуги, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее оказания или потребления.

Показатель качества услуги – подлежащая определению путем расчета количественная характеристика одного или нескольких свойств услуги, входящих в ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее

оказания или потребления (например, для телефонии – доля неуспешных попыток установления голосового соединения).

Параметры, показатели качества услуг и порядок их оценки регламентируется соответствующими методическими документами и правовыми актами. В качестве ограничения при оценке выступает условие, что оценке подлежат не все услуги, которыми потенциально способен воспользоваться потребитель, а только те, которые он использует или хочет использовать на оцениваемый промежуток времени.

Взаимосвязь свойств услуги связи в контексте влияния на обеспечение информационной безопасности (ИБ) представлена на рис. 5:

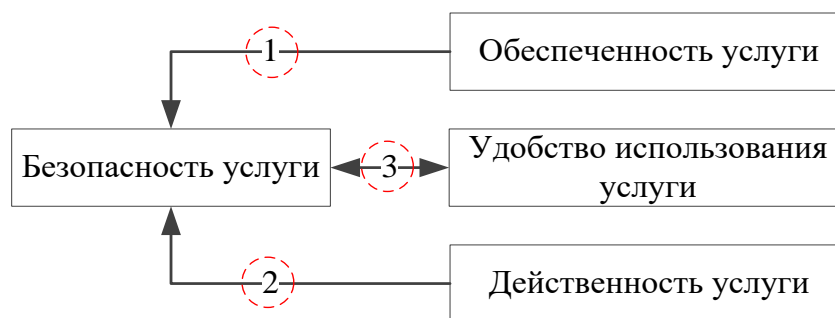


Рисунок 5

1. Оператор связи для обеспечения предоставления пользователю услуги связи обязан поддерживать систему защиты в адекватном и эффективном состоянии.
2. Оператор связи обязан предоставить услугу связи в требуемый момент времени и допустимой продолжительности с требуемым качеством, в том числе в условиях воздействия КА.
3. Оператор связи обязан сформировать систему защиты, обеспечивающую требуемую защиту от злонамеренных действий, не затрудняющую деятельность пользователя услуги.

В пояснениях к рис. 5 и последующих рисунках используется термин «обязан», который применен как декларация деятельности оператора, а не как законодательно установленное (предписывающее) действие.

Перечисленные свойства, характеризующие качество предоставления услуги связи, базируются, с одной стороны, на качестве телекоммуникационного оборудования, а с другой – на качестве СС, ресурсами которой пользуется абонент. Причем качество телекоммуникационного оборудования, из которого состоит СС, влияет, но не определяет качество СС.

Качество сети связи (*NP – Network Performance*) – степень соответствия СС установленным требованиям к ее доступности, устойчивости, целостности и безопасности (не связано с конкретной услугой связи), необходимыми для оказания услуг связи [11, 12]:

- доступность СС – наличие возможности отправить оператору запрос на предоставление услуги связи с использованием пользовательского (оконечного) оборудования;
- целостность СС – способность взаимодействия входящих в состав сети связи элементов, при котором становится возможным установление соединения и (или) передача информации между пользователями услугами связи⁷;

⁷ Приказ Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации от 27.09.2007 № 113 «Об утверждении Требований к организационно-техническому обеспечению устойчивого функционирования сети связи общего пользования».

- устойчивость функционирования СС – способность СС выполнять свои функции при выходе из строя части элементов сети в результате воздействия дестабилизирующих факторов⁸;
- безопасность СС – способность СС противодействовать определенному множеству угроз, преднамеренных или непреднамеренных дестабилизирующих воздействий на входящие в состав СС: средства, линии связи и технологические процессы (протоколы), что может привести к ухудшению качества услуг, предоставляемых сетью⁹.

Помимо указанных свойств для определенных условий функционирования СС, возможно рассматривать свойства, описывающие качество автоматизированных систем¹⁰:

- адаптивность автоматизированной системы (АС) – свойство АС, характеризующее возможность изменения ее конфигурации для сохранения своих эксплуатационных показателей в заданных пределах при изменениях внешней среды;
- живучесть автоматизированной системы – свойство АС, характеризующее способность выполнять установленный объем функций в условиях воздействий внешней среды и отказов компонентов системы в заданных пределах;
- интероперабельность автоматизированной системы – способность двух или более автоматизированных систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена;
- надежность автоматизированной системы – комплексное свойство АС сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность АС выполнять свои функции в заданных режимах и условиях эксплуатации;
- помехоустойчивость автоматизированной системы – свойство АС, характеризующее способность выполнять свои функции в условиях воздействия помех;
- совместимость автоматизированных систем – комплексное свойство двух или более АС, характеризующее их способность взаимодействовать при функционировании.

Совместимость АС включает техническую, программную, информационную, организационную, лингвистическую и, при необходимости, метрологическую совместимость:

- целостность автоматизированной системы – свойство, характеризующее состояние АС, при котором обеспечивается достижение целей ее функционирования.

Взаимосвязь свойств СС в контексте решения задачи обеспечения ИБ показана на рис. 6:

⁸ ГОСТ Р 53111-2008. Устойчивость функционирования сети связи общего пользования. Требования и методы проверки.

⁹ ГОСТ Р 53801-2010. Связь федеральная. Термины и определения.

¹⁰ ГОСТ Р 59853-2021 Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения.

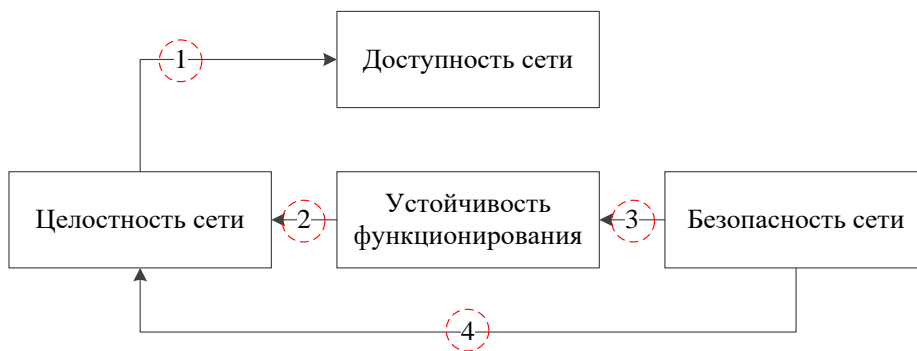


Рисунок 6

- 1, 2. Оператор обязан сформировать структуру СС, позволяющую обеспечивать установления соединения и передачу информации между пользователями в условиях выхода из строя элементов сети вследствие воздействия КА на эти элементы.
3. Оператор сети связи обязан сформировать систему защиты СС, позволяющую снизить количество элементов, вышедших из строя из-за КА.
4. Оператор сети связи должен сформировать систему защиты СС, позволяющую поддерживать встречную работу элементов сети (в том числе средств защиты, в том числе в условиях КА), минимизировать деструктивное воздействие и не затруднять работу телекоммуникационного оборудования и протоколов взаимодействия.

Взаимосвязь свойств характеризующих качество услуг связи и качество СС в контексте обеспечения ИБ представлена на рис. 7.

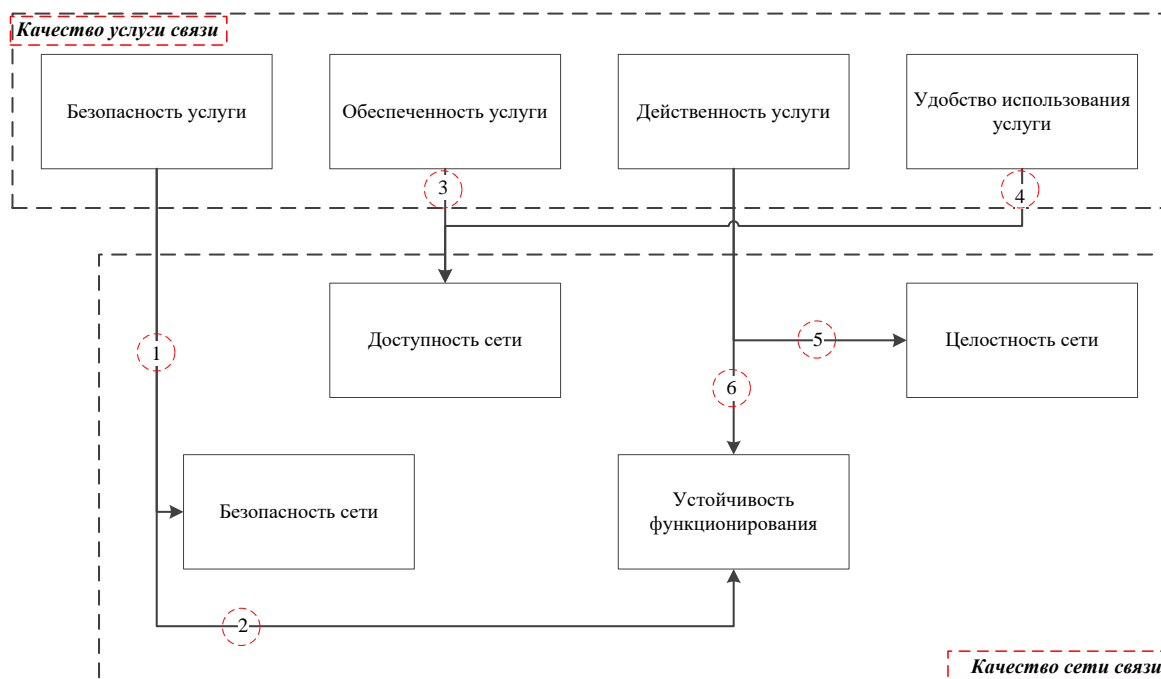


Рисунок 7

1. Для обеспечения защищенности услуг связи от КА необходимо устранить или минимизировать количество уязвимостей телекоммуникационного оборудования, линий связи, технологических процессов (протоколов), которые возможно использовать для реализации угроз ИБ.
2. Структура СС не должна допускать или минимизировать ухудшение качества услуг связи в условиях КА, направленных на элементы сети.
3. Структура СС при наличии к ней доступа пользователя должна позволять предоставлять требуемые услуги связи с требуемым уровнем ИБ.

4. Мероприятия, механизмы и средства защиты, обеспечивающие защиту элементов сети, не должны препятствовать использованию услуг связи легальному пользователю.
5. Применяемые средства связи должны поддерживать единые режимы работы и протоколы, позволяющие устанавливать соединения и обеспечивать передачу информации между пользователями, в том числе в условиях КА.
6. Изменение структуры (топологии) СС в условиях КА, направленных на элементы сети, не должно привести к чрезмерному ухудшению качества услуги связи.

Новые научные задачи по совершенствованию процессов оценки качества связи и предоставления услуг связи в условиях противодействия компьютерным атакам

Основываясь на результатах проведенного анализа подходов оценки качества и в рамках обеспечения ИБ сформулированы следующие выводы и научные задачи:

1. Качество связи и качество услуг связи характеризуются системой свойств, описывающих свойства сети связи и телекоммуникационного оборудования, входящего в ее состав, а также применяемых информационных технологий (программных средств).

2. Задача по обеспечению требуемого качества связи и услуг связи в условиях КА с системной точки зрения необходимо описывать взаимосвязанной группой свойств как непосредственно услуги связи, так и свойств сети связи, телекоммуникационного оборудования и применяемых информационных технологий (программных средств), однако в настоящий момент времени требуется уточнение, как состава указанной системы качества, так и взаимосвязи между ее элементами.

3. Система свойств качества связи и услуг связи требуют представления с системной точки зрения, т.е. определения зависимостей между параметрами, описывающими рассматриваемые свойства.

4. Взаимосвязь отдельных свойств услуг связи, сети связи и телекоммуникационного оборудования и применяемого программного обеспечения между собой требуют более углубленного изучения для нахождения зависимостей между параметрами, описывающими рассматриваемые свойства.

5. Взаимосвязь отдельных свойств услуг связи, сети связи и телекоммуникационного оборудования, применяемого программного обеспечения со свойствами, характеризующими компьютерные атаки, а также основными дефинициями процесса обеспечения ИБ (угроза, уязвимость, ущерб), требуют более углубленного изучения для нахождения зависимостей между параметрами, описывающими рассматриваемые свойства.

Заключение

Проведенный анализ нормативно-правовой базы и тенденций оценки качества связи и услуг связи позволил сформулировать группу актуальных научных задач оценки качества связи и услуг связи в рамках обеспечения информационной безопасности. Разрешение сформулированных научных задач позволит, с одной стороны, повысить достоверность оценки уровня ИБ, а с другой стороны – при успешном выявлении новых зависимостей между параметрами, описывающими различные свойства, повысить уровень ИБ как предоставляемых услуг связи, так и сети, обеспечивающей данный процесс.

Литература

1. Ушакова В.Н. Из истории изобретения и начального периода развития радиосвязи: Сб. документов и материалов. – СПб.: Изд-во «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), 2008. – 288 с.
2. <https://www.company.rt.ru/press>
3. МСЭ-Т Е.800. Серия Е: общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы Определение терминов, относящихся к качеству обслуживания. Обзор рынка предоставления услуг связи.
4. Проект концепции управления качеством связи в Российской Федерации. Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 2015.
5. МСЭ-Т Е.802 Серия Е: Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы. Качество услуг электросвязи: концепции, модели, цели и планирование надежности работы. Термины и определения, связанные с качеством услуг электросвязи. Принципы и методики определения и применения параметров QoS.
6. Проект концепции создания системы контроля качества предоставления услуг связи в Российской Федерации. Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 2012.
7. Белов А.С., Добрышин М.М., Шугуров Д.Е. Научно-методический подход к оцениванию качества систем обеспечения информационной безопасности // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика, 2022. – № 11. – С. 34-40.
8. Белов А.С., Добрышин М.М., Горбуля Д.С., Шугуров Д.Е. Концептуальная модель обмена информацией между органами управления, учитывающая используемые информационные технологии и качество информационных потоков // Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2022. – № 9. – С. 126-130.
9. Добрышин М.М. Подход к формированию обобщенного критерия оценки эффективности системы обеспечения информационной безопасности // Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2021. – № 9. – С. 113-121.
10. Квятковская И.Ю., Фам Куанг Хиен. Система показателей оценки качества телекоммуникационных услуг и метод их оценки // Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика, 2013. – № 2. – С. 98-103.
11. Белов А.С., Добрышин М.М., Шугуров Д.Е. Функциональный подход к комплексной оценке уровня информационной безопасности элемента корпоративной сети связи // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика, 2023. – № 3. – С. 30-39.
12. МСЭ-Т Е.802 (02/2007) Серия Е: Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы. Принципы и методики определения и применения параметров QoS.