

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ РАЗВИТИЯ СЕТЕЙ И ПЛАТФОРМ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЯ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Т.А. Кузовкова, д.э.н., профессор, Московский технический университет связи и информатики, t.a.kuzovkova@mtuci.ru;

Т.Ю. Салютина, д.э.н., профессор, Московский технический университет связи и информатики, t.i.salutina@mtuci.ru;

Е.Г. Кухаренко, к.э.н., доцент, Московский технический университет связи и информатики, e.g.kukhareno@mtuci.ru;

О.И. Шаравова, к.э.н., доцент, Московский технический университет связи и информатики, o.i.sharavova@mtuci.ru.

УДК 33+65 (075.8)

Аннотация. В статье раскрывается необходимость сбалансированности развития телекоммуникационной инфраструктуры и интернета вещей на основе измерения их синергетической эффективности. Раскрываются сущность синергии эффективности взаимосвязанного развития инфраструктурных проектов связи и цифровых технологий, которая может быть учтена с помощью методики интегрально-экспертной оценки, учитывающей различные формы и направленность проявлений социально-экономического эффекта.

Ключевые слова: телекоммуникации; интернет вещей; цифровые платформы; синергетический характер; эффективность; интегрально-экспертный методы.

BALANCING THE DEVELOPMENT OF IOT NETWORKS AND PLATFORMS BY MEASURING SYNERGETIC EFFICIENCY

Tatyana Kuzovkova, doctor of Economics, professor, Moscow technical university of communications and informatics;

Tatyana Salutina, doctor of Economics, professor, Moscow technical university of communications and informatics;

Elena Kukhareno, Ph.D., associate Professor, Moscow technical university of communications and informatics;

Olga Sharavova, Ph.D., associate Professor, Moscow technical university of communications and informatics.

Annotation. The article reveals the need to balance the development of telecommunications infrastructure and the Internet of things on the basis of measuring their synergetic efficiency. The article reveals the essence of synergy of efficiency of interconnected development of infrastructure projects of communication and digital technologies, which can be taken into account using the method of integrated expert assessment, taking into account various forms and directions of manifestations of socio-economic effect.

Keywords: telecommunications; Internet of things; digital platforms; synergetic nature; efficiency; integrated expert methods.

Введение

Формирование цифровой экономики и информационного общества невозможно без развитой инфокоммуникационной инфраструктуры. Для создания единого информационного пространства, позволяющего эффективно применять

цифровые технологии необходимо обеспечение взаимной увязки возможностей сетевой инфраструктуры и потребностей цифровых технологий в них по скорости, пропускной способности и др. параметрам [1-3]. Решение такой задачи возможно на основе системы сбалансированного управления эффективностью сетей связи [4] и цифровых платформ интернета вещей, базирующейся на оценке синергетической эффективности экосистемы и практической реализации выявленных узких мест и диспропорций развития. В качестве инструментария решения данной задачи предлагается методика интегрально-экспертной оценки синергетической эффективности объектов управления. Преимуществом данной методики является возможность агрегирования любого набора параметров эффективности (экономической, социальной, положительной, отрицательной), учета синергии результатов производства и развития телекоммуникационной инфраструктуры [5-7].

Организационно-технические требования интернета вещей к сетевой инфраструктуре

Развитие сетей связи, обеспечивающих потребности цифровой экономики и социума в сборе, передаче и использовании данных, должно соответствовать техническим требованиям цифровых технологий и реализации платформенных решений. В [2] отмечено, что эффективное развитие рынков и отраслей деятельности в цифровой экономике возможно только при наличии развитых платформ, технологий, институциональной и инфраструктурных сред.

По мере развития цифровой экономики нагрузки на телекоммуникационную инфраструктуру многократно возрастают. Это обусловлено как ростом потребностей организаций и людей в широкополосном доступе к различным платформам, сервисам и услугам в электронном виде, так и потребителей в виде подключенных технических устройств индустриального интернета вещей, количество которых многократно превышает количество первых. В условиях цифровой трансформации нагрузка на средства и сети связи и их пропускная способность должны превосходить существующие на несколько порядков [8].

Интернет вещей (*IoT*) состоит из уникально идентифицируемых объектов (устройств, датчиков, коммутационного оборудования), способных взаимодействовать друг с другом без вмешательства человека через *IP*-подключение к «облаку» удаленного доступа посредством программно-аппаратных комплексов – платформ интернета вещей. С другой стороны, интернет вещей является комплексом сетей межмашинных связей, систем хранения и обработки больших данных. *IoT* способствует снижению производственных затрат, росту производительности труда и эффективности в любой сфере производства за счет сетевого объединения и обеспечения комплексности производственных процессов, систем логистики и безопасности на основе датчиков и интеллектуальных систем [9].

Устройства интернета вещей действуют в рамках малого радиуса и могут подключаться с помощью широкого круга радиотехнологий по различным стандартам (*IEEE 802.11* и *802.15*), сетей подвижной связи (*GSM, UMTS, LTE*). Однако в дополнение к существующим решениям для подключения множества устройств *IoT* в сложных условиях размещения с учетом длительности работы от аккумуляторов в Российской Федерации был разработан новый класс радиотехнологий, получивший название «узкополосные беспроводные сети связи «Интернета вещей» (УПБСС) (*Narrow-band wireless communication networks «Internet of things»*) [8]. Беспроводные радиоинтерфейсы способны передавать небольшие по объему данные на значительные расстояния для распределенных сетей телеметрии, безмашинного взаимодействия и сбора информации.

При наличии таких преимуществ как низкие стоимость услуг связи, энергопотребление и потребности в пропускной способности на одно устройство, от УПБСС требуется высокая надежность и безопасность связи, достоверность идентификации устройств *IoT* и информации для управления производственными процессами, обеспечение безопасности и защиты информации между устройствами интернета вещей и платформой *IoT* [8]. Этот класс радиотехнологий включает в себя беспроводные интерфейсы передачи небольших по объему данных на значительные расстояния для распределенных сетей телеметрии, межмашинного взаимодействия и сбора информации.

Между узкополосными беспроводными сетями и платформами *IoT* существует глубокая взаимосвязь и интеграция, что создает значительные риски. Риски связаны как с информационной безопасностью и управлением большими объемами технологических данных интернета вещей, так и с уязвимостью самих беспроводных сетей, обеспечивающих работу большого числа устройств *IoT*, утечкой информации, внешним воздействием. При этом число устройств, сервисов, платформенных решений *IoT* увеличивается по мере охвата промышленным интернетом отраслей, видов производств товаров и услуг. Платформенные решения *IoT* в промышленности, сельском, жилищно-коммунальном хозяйстве, медицине, логистике, на транспорте существенно различаются по применяемым устройствам, территории, интерфейсу. Это вызывает различные отраслевые требования к телекоммуникационной инфраструктуре по объемам и скорости передачи информации, уровню задержки и надежности, степени пропускной способности и покрытия [10].

Исходя из выдвигаемых требований пользователей к интернету вещей принимаются отраслевые и государственные решения по выбору сетей связи с наиболее адекватными техническими характеристиками [11]. Для оценки результативности интегрированной экосистемы сетей связи и промышленного интернета вещей требуется соответствующая система постоянного мониторинга и управления производством [5-7, 12-14].



Рисунок 1

В [8] определена типовая архитектура сетей связи интернета вещей, которая легла в основу построения системы управления их развитием на основе принципа сбалансированного управления (рис. 1).

Схема потока информации показывает их движение от пользователей интернета вещей к производству услуг *IoT* по уровням интегрированной модели интернета вещей. При этом уровень производства услуг *IoT* может принадлежать различным компаниям, иметь множество технических решений, программных продуктов и протоколов. Анализ системы взаимодействия всех уровней модели интернета вещей демонстрирует высокий уровень интеграции платформ, устройств *IoT* и сетей связи. Это формирует экосистему интернета вещей и предопределяет применение принципа сбалансированного управления функционированием и развитием всех компонентов интернета вещей. Динамизм изменения требований различных отраслей и секторов экономики как потребителей услуг *IoT* еще более актуализируют необходимость адекватной реакции всех компонентов интегрированной системы интернета вещей, включая сети связи, по техническим характеристикам и возможностям.

Механизм сбалансированного управления сетями связи и платформами *IoT* отражает системный подход к менеджменту индустриального интернета вещей в целях развития единого информационного общества. Такой подход позволяет наиболее адекватно регулировать процессы цифровизации производства с учетом всех проявлений эффективности посредством конкретизации выявленных по результатам анализа параметров эффективности резервов и узких мест.

Интегрально-экспертная оценка синергетической эффективности интернета вещей и сетей связи

Современное развитие экономики страны неразрывно связано с состоянием инфокоммуникационной инфраструктуры и ее технологических компонентов. На основе использования широкополосных каналов связи, облачных технологий, больших данных, искусственного интеллекта, интернета вещей и других цифровых технологий в управлении и производстве повышаются не только показатели экономической эффективности (прибыль, рост производительности труда, экономия издержек), но и такие качественные показатели как оптимизация организационной и ресурсной структуры, рост интеллектуальности труда, качества товаров и услуг, инвестиционная привлекательность и конкурентоспособность.

Значительный эффект цифрового развития выражается не столько в экономических результатах, сколько в социальных последствиях экономии времени и интеллектуализации труда, сохранении здоровья и человеческой идентичности. В то же время при внедрении инфраструктурных проектов связи и цифровых технологий возникает комплекс рисков, которые могут повлиять на их эффективность. Таким образом, возникает необходимость в количественном измерении комплекса положительных и отрицательных эффектов с учетом синергии эффективности в результате развития экономики на основе инфокоммуникационных технологий и сетей связи [15-18].

Причины синергии кроются в действии экономических законов развития информационных технологий и сетей, сетевых рынков, а также в получении эффекта сокращения времени и пространства для экономики и социума за счет развития средств и сетей связи [19]. Так, по закону Меткалфа «Сетевой эффект соответствует числу возможных связей, и если каждый участник сети может связаться с каждым, то эффект пропорционален квадрату числа участников сети n^2 », а на сетевых рынках эффект обеспечивается распределением ресурсов в зависимости от ценности системы интегрированных сетей, окружающих продукт»

[19].

Анализ применяемых в международной практике методов оценки эффективности проектов инфраструктурного характера, показывает, что до сих пор методически не разработаны методы оценки нематериальных выгод и полезности инвестиционных социально значимых проектов в денежном выражении, которые бы позволяли агрегировать множественные результаты проекта в единую оценку [20-21]. Методическое решение сложной задачи оценки синергетической эффективности цифровых технологий выходит за рамки оценки эффективности проектов известными методами стоимостного сопоставления доходов и инвестиций с учетом дисконтирования денежных потоков и основано на применении качественных методов [12, 15, 22]. Для получения системой управления надежной и оперативной информации об эффективности цифровых технологий необходима разработка комплексной системы показателей, модели интегрального коэффициента и процедуры их измерения.

Модель интегрально-экспертной оценки эффективности цифровых технологий отражает синергию эффективности как комплекса экономических и социальных эффектов результативного и затратного характера с учетом их направленности (положительных и отрицательных) [5, 7, 12, 14]. В соответствии с этой моделью можно количественно измерить эффективность на основе интегрального коэффициента по совокупности частных показателей экономической и социальной компонент, измеряемых экспертами (в баллах) в ходе социологического исследования эффективности.

Комплексная система интегрально-экспертной оценки синергетической эффективности применения интернета вещей имеет иерархическую систему и включает два блока интегральных оценок результативной и затратной составляющих, отражающих положительный и отрицательные аспекты эффективности и базирующихся на системе обобщающих и частных показателей экономической и социальной эффективности (рис. 2).

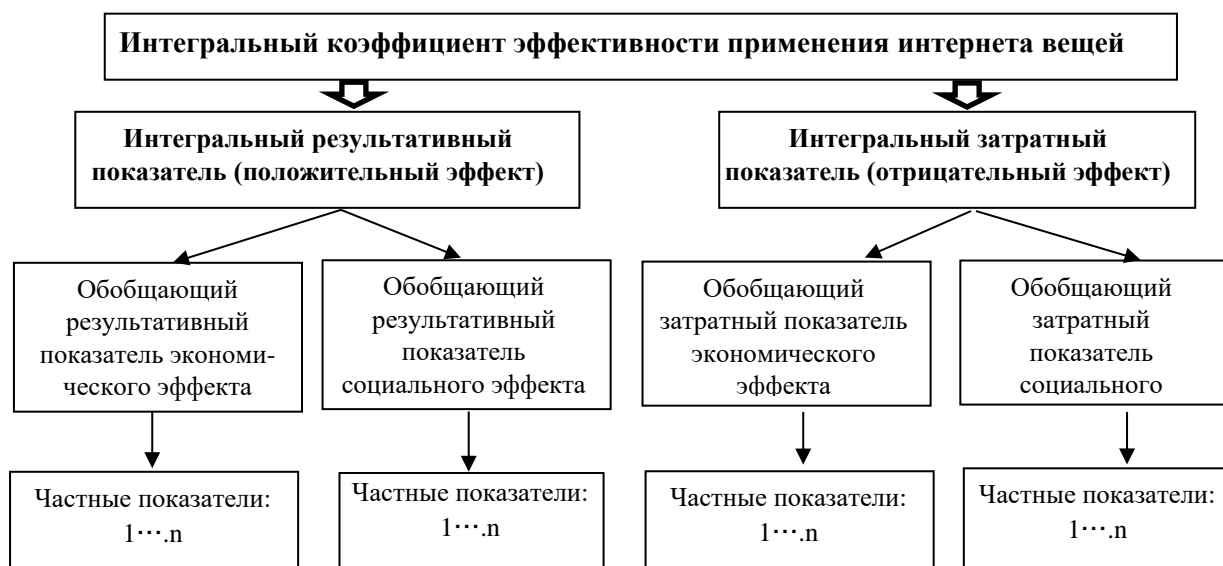


Рисунок 2

Обобщающие результативные и затратные показатели синергетической эффективности интернета вещей рассчитываются по результатам экспертного оценивания частных показателей на основе средней арифметической в абсолютном выражении (в баллах). Величина целесообразности частных показателей

эффективности устанавливается экспертами в баллах по трехбалльной шкале, значимости – в процентах.

Модель интегрального коэффициента синергетической эффективности применения интернета вещей имеет вид:

$$K_{эфф} = \frac{\mathcal{E}ф_{пол}}{\mathcal{E}ф_{отр}} = \frac{\Pi_{инт.рез}}{\Pi_{инт.затр}} = \frac{\Pi_{рез.эк} + \Pi_{рез.соц}}{\Pi_{затр.эк} + \Pi_{затр.соц}}, \quad (1)$$

где: $K_{эфф}$ – интегральный коэффициент синергетической эффективности применения IoT (отн.ед.); $\Pi_{инт.рез}$, $\Pi_{инт.затр}$ – интегральные результативный и затратный показатели эффективности; $\Pi_{рез.эк}$, $\Pi_{затр.эк}$ – обобщающие результативные и затратные показатели экономической эффективности; $\Pi_{рез.соц}$, $\Pi_{затр.соц}$ – обобщающие результативный и затратный показатели социальной эффективности.

Методическое обоснование системы управления эффективностью интернета вещей предполагает не только обоснование частных показателей эффективности, отражающих экономические и социальные результаты и последствия внедрения интернета вещей с учетом развития его телекоммуникационной инфраструктуры, но и формирование группы экспертов, разработку анкет опроса, шкал оценивания, а также сопоставительный анализ параметров на начало и завершение проекта с выявлением узких мест и резервов повышения эффективности экосистемы интернета вещей.

Синергетическая эффективность применения интернета вещей имеет индивидуальный характер ее параметров, которые могут существенно различаться по отраслям и видам экономической деятельности. Однако методика расчета и группировки частных показателей по положительным (результативным) и отрицательным (затратным) аспектам экономической и социальной эффективности остается универсальной.

Оценка эффективности применения интернета вещей во взаимосвязи с сетями связи на основе методики интегрально-экспертной оценки синергетической эффективности была произведена на примере промышленного интернета вещей, платформенные решения которого созданы компанией «Техносерв» [23]. Анализ выставленных экспертами оценок в баллах о целесообразности и значимости частных показателей эффективности применения интернета вещей по промышленной автоматизации показал, что эксперты не только согласились с предложенным списком, но и показали достаточную согласованность мнений (11-13 %).

Результаты расчетов показателей интегрально-экспертной оценки синергетической эффективности применения интернета вещей по промышленной автоматизации на начало и завершение проекта приведены в табл. 1.

Таблица 1.

№	Частный показатель	Эффективность проекта на момент, балл	
		начало	завершение
1	<i>Обобщающий результативный показатель экономической положительной эффективности</i>		
1.1	Рост производительности и автоматизации труда	2,68	4,32
1.2	Экономия электроэнергии, издержек производства	2,52	3,82
1.3	Контроль в режиме реального времени и снижение потерь	2,49	3,57

№	Частный показатель	Эффективность проекта на момент, балл	
		начало	завершение
1.4	Рост технической безопасности	2,36	3,63
1.5	Рост эффективности производства	2,43	4,54
	<i>Средняя величина (балл)</i>	2,5	3,98
2	<i>Обобщающий результирующий показатель социальной положительной эффективности</i>		
2.1	Интеллектуализация производительных сил	2,54	3,65
2.2	Прогноз технического состояния оборудования и быстрота реагирования на изменения	2,38	3,67
2.3	Облегчение условий труда и автоматизация производства	2,54	4,3
2.4	Оптимизация производственных процессов и планирования	2,62	4,12
2.5	Повышение качества товаров, скорости логистики	3,08	4,24
	<i>Средняя величина (балл)</i>	2,63	4,0
3	<i>Обобщающий затратный показатель экономической отрицательной эффективности</i>		
3.1	Затраты на создание узкополосной беспроводной сети связи <i>IoT</i>	3,82	2,78
3.2	Затраты на создание платформ <i>IoT</i>	3,64	2,86
3.3	Затраты на информационную безопасность и криптозащиту	3,26	2,52
3.4	Затраты на совместимость и взаимодействие экосистемы <i>IoT</i>	3,12	2,04
3.5	Асимметрия индустриального интернета вещей по филиалам	3,38	2,14
	<i>Средняя величина (балл)</i>	3,44	2,47
4	<i>Обобщающий затратный показатель социальной отрицательной эффективности</i>		
4.1	Затраты на информационное обучение кадров	2,75	2,14
4.2	Виртуализация смысла и профессиональной ценности труда	2,20	2,02
4.3	Зависимость производства от инфокоммуникационной среды	2,82	2,26
4.4	Зависимость результатов производства от надежности сети связи	2,36	2,55
4.5	Информационные риски и опасность кибертерроризма	3,18	2,45
	<i>Средняя величина, балл</i>	2,66	2,28
	<i>Результативный интегральный показатель эффективности</i>	2,57	3,99
	<i>Затратный интегральный показатель эффективности</i>	3,05	2,38
	<i>Интегральный коэффициент эффективности (отн. ед.)</i>	0,84	1,68

Полученные результаты свидетельствуют о более высоком уровне синергетической эффективности внедрения интернета вещей на момент завершения проекта вследствие более сбалансированного развития всех компонентов экосистемы *IoT*. На начало проекта интегральный коэффициент синергетической эффективности, равный 0,84, свидетельствует о недостаточной эффективности развития узкополосной беспроводной сети связи и применения *IoT*

по промышленной автоматизации вследствие превышения затратного интегрального показателя (3,05 балла) над результативным (2,57 балла). Более масштабное развитие инфраструктурной и платформенной компонентов экосистемы *IoT* позволяет повысить их синергетическую эффективность по всем параметрам до 1,68 отн. ед. Сопоставление частных, обобщающих и интегральных показателей эффективности на момент завершения проекта показывает превышение потенциального уровня эффективности над текущим уровнем в два раза по всем показателям положительного эффекта, и снижение большинства показателей затратного компонента – отрицательного эффекта.

Сопоставление уровней балльной оценки по частным показателям затратной составляющей экономической и социальной эффективности (табл. 1) на начало проекта указывает на высокие уровни затрат на создание УПБСС, платформ, информационную безопасность и криптозащиту, совместимость и взаимодействие экосистемы *IoT*, а также асимметрии индустриального интернета вещей по филиалам и информационным рискам и опасности кибертерроризма (все показатели выше 3 баллов).

Выявленные узкие места функционирования экосистемы *IoT* указывают на необходимость принятия управленческих решений по обеспечению ее целостности и сбалансированности на основе разработки мероприятий по совместимости различных элементов и подсистем. К таким мерам могут быть отнесены открытые протоколы и форматы данных, открытые интерфейсы, процедуры однозначной идентификации устройств и их распознавания. Для взаимоувязанного развития УПБСС *IoT* необходимо создание и развитие систем управления идентификацией устройств *IoT*, установление требований и стандартов на интерфейсы между компонентами экосистемы интернета вещей, совершенствование законодательства в области цифровой экономики.

Заключение

Измерение синергетической эффективности развития сетей узкополосной беспроводной связи и платформ интернета вещей на основе интегрально-экспертного метода обеспечивает достоверность выводов по комплексу параметров и доказательную базу принятия управленческих решений по повышению эффективности применения интернета вещей посредством реализации системы сбалансированного управления экосистемы *IoT*.

Теоретической основой взаимоувязанного управления развитием УПБСС и платформ интернета вещей являются взаимные требования интеграции совместной деятельности, имеющие экономический и социальный аспекты синергетической эффективности.

Система сбалансированного управления экосистемой *IoT* включает не только методику оценки синергетической эффективности, перечень показателей, процедуры и алгоритмы проведения экспертного обследования и оценки его достоверности, но и портфель выявленных узких мест на начало и завершение проекта, что дает основание для конкретизации управленческих решений. Такой подход имеет практическое значение для информационно-методического обеспечения сбалансированного управления во всех сферах социально-экономической деятельности.

Предложенный подход к управлению развитием сетевой инфраструктуры и интернета вещей основан на интегрально-экспертном методе, преимуществом которого является возможность агрегирования любого набора параметров синергетической эффективности. Это позволяет учесть разнообразие факторов эффективности и с помощью совокупности средств управления конкретизировать

меры регулирования процесса цифровизации в различных сферах деятельности и на различных уровнях управления в целях обеспечения технологического единства информационного общества.

Литература

1. Веерпалу В.Э., Володина Е.Е., Девяткин Е.Е. «Цифровая революция» как залог эффективного развития экономики страны // Труды Научно-исследовательского института радио, 2010. – № 3. – С. 11-17.
2. Архипова З.В. Концепция информационной системы мониторинга уровня развития цифровой экономики // Baikal Research Journal. Электронный научный журнал Байкальского государственного университета, 2018. – Т. 9. – № 3: <https://brj-bguer.ru> (Дата обращения 10.04.2020).
3. Кузовкова Т.А., Кузовков Д.В., Шаравова О.И. Задачи и требования цифровой экономики к развитию инфокоммуникаций // Экономика и качество систем связи, 2019. – № 4 (14). – С. 20-28.
4. Веерпалу В.Э., Володина Е.Е., Девяткин Е.Е., Девяткина М.Е. Инновационные методы регулирования использования радиочастотного спектра // Электросвязь, 2014. – № 10. – С. 17-21.
5. Буйдинов Е.В., Кузовкова Т.А., Кузовков Д.В. Измерение эффективности инфраструктурных проектов спутниковой связи на основе интегрально-экспертного метода // Электросвязь, 2018. – № 7. – С. 34-39.
6. Буйдинов Е.В., Кузовкова Т.А., Кузовков Д.В. Обоснование выбора эффективного проекта спутниковой связи на основе экспертно-квалиметрического метода // Электросвязь, 2017. – № 1. – С. 61-64.
7. Буйдинов Е.В., Кузовкова Т.А., Кузовков Д.В. Измерение эффективности инфраструктурных проектов спутниковой связи на основе интегрально-экспертного метода // Электросвязь, 2018. – № 7. – С. 34-39.
8. Концепция построения и развития узкополосных беспроводных сетей связи «Интернета вещей» на территории Российской Федерации. Приказ Минкомсвязи № 113 от 29.03.2019. – 109 с.
9. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Коваль В.А. Сети мобильной связи 5G: технологии, архитектура и услуги. – М.: Издательский дом Медиа Паблишер, 2019. – 376 с.
10. Володина Е.Е., Девяткин Е.Е. Интернет вещей: тенденции и перспективы развития // в книге: Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. сборник материалов (тезисов) XXXVIII международной конференции РАЕН, 2016. – С. 16-17.
11. Бутенко В.В., Володина Е.Е., Девяткин Е.Е., Бессилии А.В., Суходольская Т.А. Концепция WARECS как современное направление использования РЧС // Электросвязь, 2008. – № 9. – С. 1-7.
12. Кузовков А.Д., Салютин Т.Ю. Механизм управления эффективностью применения инфокоммуникационных технологий на основе интегрально-экспертного метода // Инновации в менеджменте, 2017. – № 13. – С. 38-47.
13. Кузовкова Т.А., Кухаренко Е.Г., Салютин Т.Ю. Методы и способы комплексного измерения эффективности цифрового развития и применения цифровых технологий: Монография. – М.: ООО «ИД Медиа Паблишер», 2019. – 171 с.
14. Салютин Т.Ю., Кузовков А.Д. Интегрально-экспертный подход к оценке развития инфокоммуникаций и формирования информационного общества // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт, 2016. – Т. 10. – № 11. – С. 68-71.

15. Иванов А.Е. Синергетический эффект интеграции компаний. Механизм формирования, оценка, учет. – М.: РИОР, Инфра-М, 2014. – 156 с.
16. Бутенко В., Веерпалу В., Девяткин Е., Федоров Д. Сети 5G/ИМТ-2020, & IoT – основа цифровой трансформации // Электросвязь, 2018. – № 12. – С. 4-9.
17. Мясников А.А. Синергетические эффекты в современной экономике. Введение в проблематику. – М.: Либроком, 2013. – 160 с.
18. Huawei's Global Industry Vision. Отчет GIV, 2025. – [http:https://www.huawei.com/en/industry-insights/technology/digital-transformation/huawei-global-industry-vision?ic_source=fbcw](https://www.huawei.com/en/industry-insights/technology/digital-transformation/huawei-global-industry-vision?ic_source=fbcw). (Дата обращения 10.04.2020).
19. Цифровая экономика. Учебник для вузов / И.А. Хасаншин, А.А. Кудряшов, Е.В. Кузьмин и др. – М.: Горячая линия-Телеком, 2019. – 288 с.
20. Володина Е.Е., Кузовкова Т.А., Нарукавников А.В. Возмещение использования радиочастотного спектра как экономический метод эффективного управления ограниченным природным ресурсом // Вестник РАЕН, 2011. – Т. 11. – № 4. – С. 103-108.
21. Шелунцова М.А. Методы оценки эффективности инвестиционных решений в общественном секторе экономики // Экономика региона, 2012. – № 1. – С. 247-253.
22. Веерпалу В.Э., Володина Е.Е., Девяткин Е.Е. Экономическая эффективность использования РЧС операторами подвижной связи // Электросвязь, 2008. – № 1. – С. 27-29.
23. Данные «Техносерв»: <https://technoserv.com/about/company/> (Дата обращения 19.02.2020).