

# СИСТЕМЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И СЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 338.45

*В. Н. Дмитриев, Ахмат Юсуф, А. А. Сорокин*

## МНОГОФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕСПУБЛИКИ ЧАД ДЛЯ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Проведен многофакторный анализ социально-экономического состояния Республики Чад с целью определить возможности создания современной инфокоммуникационной инфраструктуры. Анализ тенденций развития рынка инфокоммуникационных услуг Республики Чад показывает их соответствие общемировым тенденциям. Системы мобильной связи в Республике Чад в большей степени представлены сетями стандарта GSM. Качественное обслуживание абонентов систем мобильной связи осуществляется в крупных населенных пунктах и городах. К факторам, которые ограничивают развитие систем инфокоммуникаций в Республике Чад, можно отнести сложности с дорожной инфраструктурой, климатические условия, трудности обеспечения энергоснабжением оборудования связи, трудности социального характера. В качестве благоприятных факторов выявлены тенденции в области развития добывающей отрасли, сельского хозяйства, туристической отрасли. Обобщение результатов анализа показало, что страна в целом нуждается в развитии телекоммуникаций, поскольку это упростит решение ряда хозяйственных задач в различных отраслях экономики. С учетом общесистемных принципов построения сетей связи, заключающихся в выделении подсистемы абонентского оборудования, подсистемы доступа, подсистемы управления и подсистемы транспортной сети, проведен обобщенный анализ существующих решений в области передачи информации. По результатам анализа в качестве базовой технологии построения сети в Республике Чад рекомендовано использовать метод построения сетей Mesh. Формализация результатов исследований позволила получить функционал, основанный на обобщенной постановке задачи проектирования инфокоммуникационной системы, но учитывающий региональные особенности области развертывания системы. Предложенный функционал позволяет произвести структурно-параметрический синтез различных программных и аппаратных средств для формирования инфокоммуникационной системы, реализация которой наиболее целесообразна в выбранном регионе, в частности в Республике Чад.

**Ключевые слова:** анализ, инфокоммуникации, система, структура, синтез, многофакторность, передача информации, трафик, протокол.

### **Введение**

Развитие экономики государства тесно связано с развитием его инфокоммуникационной инфраструктуры. Современные телекоммуникационные системы – это не только телефонная связь и телевидение, это и средство мониторинга, сбора данных, безопасности и управления. Процесс создания развитой телекоммуникационной инфраструктуры, даже при использовании современных технологий, дорог и трудоемок, поэтому определение базовых задач на этапе концепций модернизации или создания системы связи в рамках региона – очень важная задача. В число основных задач при формировании концепции создания инфокоммуникационной системы регионального уровня входит оценка геополитической, экономической, энергетической и других составляющих инфраструктуры [1–3].

Республика Чад встала на путь модернизации экономики в 2008 г. Ключевыми направлениями развития страны являются добывающая и перерабатывающая промышленность, строительство заводов химической промышленности (за счет выноса производств), сельское хозяйство, образование, медицина, дорожное строительство. Несмотря на явные положительные сдвиги в области экономики, имеется и ряд трудностей, связанных с низким уровнем жизни большей части населения, слабое развитие в ряде провинций энергетических систем, тяжелые климатические условия. Именно поэтому для выбора направления развития инфокоммуникационной инфраструктуры Республики Чад необходим многофакторный анализ с использованием принципов системного подхода, который явился целью наших исследований [4].

**Оценка социально-экономического состояния Республики Чад как области создания современной инфокоммуникационной инфраструктуры**

Сущность системного подхода заключается в проведении многофакторного анализа объекта исследования с изучением взаимосвязей его структурных элементов, с последующей разработкой рекомендаций по выбору дальнейших путей совершенствования этого объекта [5]. Объектом нашего исследования являются инфокоммуникационные системы, предназначенные для оказания мультимедиауслуг на территории Республики Чад. На начальном этапе в качестве основных факторов, влияющих на развитие объекта исследования, выбраны политическая и экономическая ситуация в республике, общемировой уровень развития телекоммуникационных технологий, климатические условия и возможности энергетической системы на территории страны.

Республика Чад находится в Центральной Африке [6–14]. Географическая карта страны показана на рис. 1.



Рис. 1. Карта Республики Чад

Общая площадь государства составляет 1,3 млн км<sup>2</sup>, население – около 11 млн чел. Климат в северной части страны тропический пустынный, в южной – экваториально-муссонный. Основные водоемы – р. Шари и оз. Чад, много рек, которые возникают в сезон дождей и фактически пересыхают в сезон засухи. Температура зимой, как правило, не ниже + 15 °С, летом обычно не превышает +35 °С. Среднее количество осадков в год в северной части обычно составляет от 100 до 250 мм, в южной может достигать 1000 мм в год, основная масса выпадает в сезон дождей.

Политическая ситуация в республике достаточно сложная. Долгое время страна была колонией Франции, после обретения независимости в 60-е гг. XX в. в стране менялась правящая элита – нередко посредством военных переворотов, происходили конфликты между различными этническими группами населения. Эти обстоятельства осложнили как внутреннюю, так и внешнюю политическую ситуацию. Тем не менее, благодаря усилиям нынешнего руководства республики, президента Идриса Деби и правительства, ситуация несколько стабилизировалась, наметились положительные тенденции, способствующие выходу страны из многолетнего политического и экономического кризиса.

С позиции экономики основными движущими силами страны являются добыча полезных ископаемых (преимущественно нефти) и сельское хозяйство – около 80 % внутреннего валового продукта страны. Большая часть населения занята в сельском хозяйстве, основные культивируемые культуры, которые идут на экспорт, – хлопок и арахис. Для внутреннего рынка выращиваются бобовые, кукуруза, пшеница, овощи, сахарный тростник, выращиваются культуры для фармацевтической и текстильной промышленности. Отметим, что серьезный урон сельскому хозяйству наносится засухой и нашествиями вредных насекомых. В республике широко распространено животноводство – Чад занимает лидирующие позиции по поголовью сельскохозяйственных животных среди стран Африки.

Разнообразие природных ландшафтов (в стране несколько национальных парков и природных заказников) привлекает в страну большое количество туристов – ежегодно Чад посещают около 50 тыс. чел. из Европы и Америки. Однако высокий уровень преступности, отсутствие развлекательной инфраструктуры сильно ограничивают развитие этой перспективной отрасли.

В стране развиваются образование (функционируют школы, колледжи и университеты), медицина (строятся медицинские учреждения) и армия. Телекоммуникационно-информационное пространство развито относительно слабо, издается несколько газет, транслируется несколько телевизионных каналов, общее количество пользователей сети Интернет в 2009 г. составило 170 тыс. чел. [8].

Системы сотовой и телефонной связи развиты относительно хорошо. Согласно данным, приведенным в [13], в Республике Чад присутствуют 3 оператора сотовой связи: Celtel Tchad, Tigo, Salam и два оператора проводной связи: Sotel Tawali и FAI. Общее количество абонентов по данным 2011–2012 гг. приведено в табл. 1.

Таблица 1

Количество абонентов в Республике Чад в 2011–2012 гг.

Оператор	Количество абонентов	
	2011 г.	2012 г.
Celtel Tchad (сотовый, GSM)	Около 1,7 млн	Около 2,3 млн
Tigo (сотовый, GSM)	Около 1,9 млн	Около 2 млн
Salam (сотовый, GSM)	Около 70 тыс.	Около 94 тыс.
Sotel Tawali (стационарный)	Около 31 тыс.	Около 20 тыс.
FAI (стационарный, для правительственных нужд)	159 абонентов	173 абонента

По данным табл. 1 построены обобщенные графики доли рынка, занимаемой каждым оператором связи: на рис. 2 показано общее распределение рынка телекоммуникаций, на рис. 3 – распределение рынка сотовой связи.

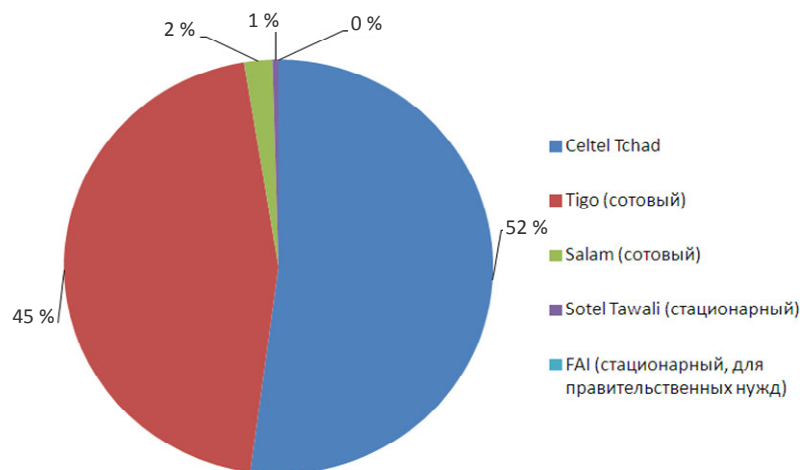


Рис. 2. Общее распределение рынка телекоммуникаций в Республике Чад

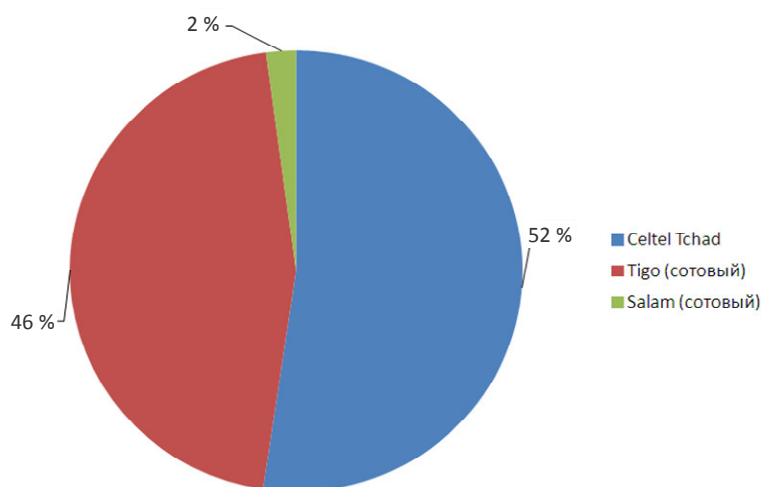


Рис. 3. Распределение рынка сотовой связи в Республике Чад

Тенденции развития рынка телекоммуникаций в Республике Чад в 2008–2012 гг. в абсолютном отношении представлены на рис. 4 [15].

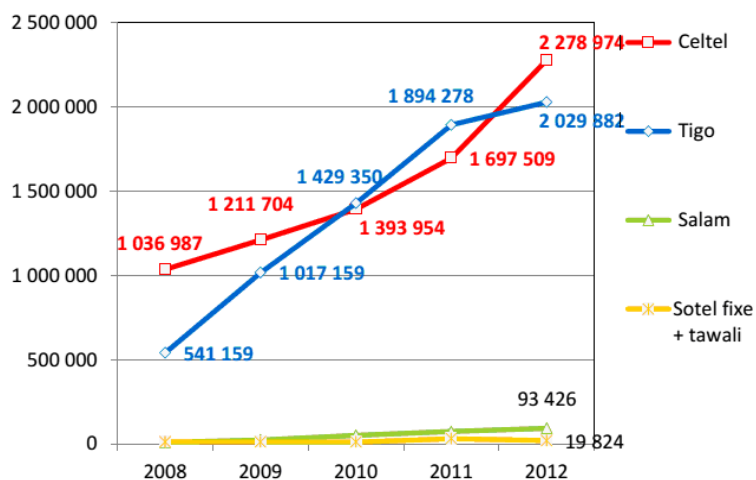


Рис. 4. Тенденции развития рынка телекоммуникаций в Республике Чад в 2008–2012 гг. в абсолютном отношении

Показатели ежегодного относительного прироста количества абонентов с 2008 по 2012 г. приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Ежегодный относительный прирост количества абонентов  
с 2008 по 2012 г. в Республике Чад**

Оператор	Год	Относительный прирост количества абонентов, %				
		2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2008/2012
Celtel		16,8	15,0	21,8	34,3	21,8
Tigo		88,0	40,5	32,5	7,2	39,2
Salam		140,0	116,7	42,1	26,5	74,8
Общий прирост количества абонентов сетей GSM		41,9	27,6	27,5	20,1	29,0
Sotel Tawali (стационарный)		-2,7	-5,3	-3,2	-12,3	-6,0
FAI (стационарный, для правительственных нужд)		36,3	-7,1	16,8	3,4	11,2
В общем по рынку		41,5	27,4	28,1	19,6	28,9

В целом анализ рис. 2, 3 и табл. 1, 2 показывает общемировые тенденции, наблюдаемые на рынке телекоммуникаций (увеличение количества абонентов систем мобильной связи и сокращение количества абонентов сетей стационарной связи). Увеличение количества абонентов сетей стационарной связи наблюдается у операторов, занимающихся обслуживанием государственных учреждений. Системы мобильной связи в Республике Чад представлены преимущественно стандартом GSM (анг. Global System of Mobile Communication). Нормальная работа сетей наблюдается в крупных населенных пунктах, как правило – городах.

Одной из острых проблем государства является транспортная, связанная с особенностями климата, высокой стоимостью дорожно-строительных работ, сложностями социально-экономической ситуации в отдельных регионах страны.

Обобщая результаты анализа социально-экономической ситуации в Республике Чад, следует отметить, что страна в целом нуждается в развитии телекоммуникаций, поскольку это упростит решение ряда хозяйственных задач в различных отраслях экономики. Однако внедрение телекоммуникационных технологий осложняется проблемами энергообеспечения, доступности мест установки оборудования, стоимости сети и оказываемых услуг, защищенности оборудования от природных воздействий и актов вандализма со стороны населения.

**Анализ технических решений в области телекоммуникаций с позиции возможности их использования при создании современной инфокоммуникационной инфраструктуры в Республике Чад**

Проведем анализ существующих способов и решений построения систем связи, которые используются в странах Европы, в России, США и других странах с развитой телекоммуникационной инфраструктурой.

Система телекоммуникаций, согласно [16, 17], состоит из подсистемы абонентского оборудования, подсистемы доступа, подсистемы управления и подсистемы транспортной сети.

*Подсистема абонентского оборудования* обеспечивает непосредственный доступ к телекоммуникационной сети с целью получения услуг связи. К подсистеме абонентского оборудования можно отнести персональные компьютеры, проводной телефон, различные мобильные устройства, средства хранения данных (серверы), датчики сбора телеметрических данных, системы видеонаблюдения и другое оборудование, предназначенное для сбора, хранения и воспроизведения информации.

*Подсистема доступа* обеспечивает подключение абонентского оборудования к телекоммуникационной системе. Роль подсистемы доступа могут выполнять Ethernet-коммутаторы, Wi-Fi-точки доступа, базовые станции сетей GSM, UMTS (анг. Universal Mobile Telecommunication System), WiMAX и LTE (анг. Long Term Evolution).

*Подсистема управления* отвечает за распределение информационных потоков в сети, надежность доставки, управления сервисами и другими процессами, связанными с доставкой информации от отправителя к получателю. Подсистема управления является сердцем любой телекоммуникационной сети и представляет собой множество программных и аппаратных элементов, обеспечивающих установление соединения, требуемое качество передаваемой информации

и надежность сети. В современных системах передачи информации ведущая роль управления отведена протоколам – алгоритмизированным правилам, по которым работают операционные системы различного сетевого оборудования (маршрутизаторы, коммутаторы, точки доступа, базовые станции и др.). От правильности выбора набора протоколов зависят такие параметры, как безопасность и производительность системы связи, что ключевым образом влияет на рентабельность проекта строительства сети в целом.

*Подсистема транспортной сети* обеспечивает взаимодействие подсистем доступа и управления, для организации транспортной сети используются волоконно-оптические и радиорелейные линии связи, беспроводные мосты на основе оборудования Wi-Fi или WiMAX, лазерные системы передачи информации. Особенностью данного оборудования является то, что оно разрабатывалось преимущественно для работы в странах Европы, в США, Японии, России и других странах, где к моменту его внедрения уже существовали развитые электрические сети и сети связи. В Республике Чад электрические сети развиты слабо, особенно в сельской местности. Сказывается также наличие большого количества малоимущих, что не позволяет на начальных этапах использовать дорогие технологии.

Анализ мирового опыта построения сетей доступа позволяет сделать вывод, что строительство кабельных сетей доступа в 3–5 раз дороже, чем строительство беспроводных сетей. Дополнительно к ограничению проводных решений на уровне доступа следует отнести трудности реконфигурации сети, увеличение количества абонентских устройств, возможное увеличение количества подключений абонентов на единицу оборудования подсистемы доступа. В качестве примера можно привести тот факт, что к проводному Ethernet-маршрутизатору стоимостью до 30 долл. США можно подключить 4–5 устройств, в то время как к беспроводному Wi-Fi-маршрутизатору – до 50 устройств.

Процесс построения транспортной сети тоже очень важен. Как показывает опыт строительства сетей в сельской местности стран Восточной Европы, Юго-Восточной Азии и Индии, наиболее целесообразно использование Mesh-технологии. Mesh-сети представляют собой систему телекоммуникаций, имеющую многосвязную сеть [17, 18], оборудование Mesh-сетей, как правило, работает либо в стандартах IEEE 802.11 a/b/c/n/s (Wi-Fi), либо в стандарте IEEE 802.16 (WiMAX). Отметим, что большее распространение получили сети, построенные на основе оборудования Wi-Fi. Пример Mesh-сети показан на рис. 5 [18].

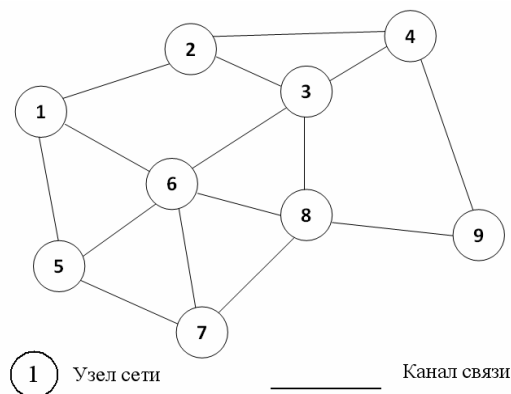


Рис. 5. Пример топологии Mesh-сети

К основным преимуществам Mesh-технологии следует отнести легкость монтажа оборудования, низкую стоимость точек доступа (в наружном исполнении стоимость одной точки редко превышает 250–300 долл. США), возможность изменения топологии сети, отсутствие необходимости дополнительной настройки оборудования после монтажа (специальные протоколы автоматически находят аналогичное оборудование и рассчитывают необходимые маршруты передачи информации).

Использование сетей, построенных на основе оборудования GSM, UMTS, LTE, может оказаться экономически невыгодным по причине его высокой стоимости, сложности планирования сети, необходимости наличия большого количества высококвалифицированных специалистов в процессе построения сети.

Для организации каналов связи с разворачиваемыми Mesh-сетями возможно использование беспроводных мостов, расположенных на вышках в районах крупных городов; в удаленных районах для расположения ретрансляционного оборудования можно использовать аэростаты, как это делает компания Google для организации доступа к сети Интернет в труднодоступных регионах планеты [19].

Одним из ключевых моментов в процессе проектирования и модернизации сети является прогнозирование общей трафиковой нагрузки и номенклатуры приложений, которые будут востребованы пользователями. Как показывает опыт [20], среди наиболее востребованных услуг во время доступа в Интернет является передача видеотрафика, доступ к различным порталам информационного обмена (в частности, к социальным сетям), игровые серверы. Учитывая прогнозистические оценки потребности трафиковых приложений [7, 15, 20], в качестве ключевых параметров можно выделить такие характеристики, как вероятность потери информационного пакета из конца в конец, т. е. по всему пути, вероятность потери информационного пакета, джиттер пакетов.

Как уже отмечалось выше, в Республике Чад одной из проблем при создании сети является недостаточное энергообеспечение оборудования вследствие слабого развития электрических сетей. Для устранения этого ограничения возможно использование систем на основе альтернативных источников энергии (солнечные батареи и ветровые генераторы).

#### **Формализация обобщенной постановки задачи дальнейших исследований по созданию современной инфокоммуникационной инфраструктуры в Республике Чад**

Для конкретизации задачи дальнейших исследований целесообразно формализовать результаты анализа в виде обобщенного функционала. В качестве базовой постановки задачи проектирования региональной инфокоммуникационной сети решено использовать функционал проектирования глобальной сети [21]. С учетом региональной специфики функционал проектирования инфокоммуникационной сети Республики Чад принимает вид

$$C(U, \Omega, Y, E, T, D) \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $U$  – параметры, описывающие специфику сетевого трафика;  $\Omega$  – множество параметров оборудования сети;  $Y$  – характеристики используемых протоколов;  $E$  – условия энергетического обеспечения системы;  $T$  – параметр, характеризующий доступность мест установки телекоммуникационного оборудования для монтажа и обслуживания различными транспортными средствами;  $D$  – дополнительные затраты на устранение деструктивных факторов.

Условие (1) описывает процесс поиска решения получения минимальной стоимости. Учитывая, что любая реальная система работает в определенных ограничивающих рамках, условия ограничения выглядят следующим образом:

$$V_i(U, \Omega, Y, E, T, D) \leq V_{i0}, \quad (2)$$

$$Q(U, \Omega, Y, E, T, D) \in Q_0. \quad (3)$$

Функционал (2) показывает существование некоторых вероятностных ограничений. Например, с учетом [21], это могут быть параметры качества QoS, Quality of Services (задержка пакета, вероятность потери, джиттер). Функционал (3) определяет отношение заданного технического решения к области решений, реализация которых возможна в принципе.

Вид функционалов (1)–(3) позволяет выделить основные направления дальнейших исследований по развитию системы инфокоммуникаций в Республике Чад, основанные на структурно-параметрическом синтезе различных технологий, оборудования и протоколов. Отметим, что условия правильности выбора того или иного решения принимаются по общепризнанным параметрам оценки качества услуг телекоммуникаций (QoS).

#### **Выводы**

Результаты многофакторного анализа социально-экономического состояния Республики Чад показали перспективность развертывания современной инфокоммуникационной инфраструктуры. Основанием для подобного вывода является рост экономики, связанный с развитием добывающей и перерабатывающей нефтяной отрасли, развитие сельского хозяйства, туризма

и образования. Учитывая, что наиболее популярной в стране стала сотовая связь, дальнейшее развитие систем телекоммуникаций более целесообразно при использовании беспроводных технологий. Перспективным для республики Чад является использование принципов построения сетей Mesh.

По результатам многофакторного анализа социально-экономического состояния Республики Чад предложена обобщенная модель создания современной инфокоммуникационной среды в республике на основе структурно-параметрического синтеза.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дмитриев В. Н.* Анализ перспектив развёртывания мультисервисной сети в Республике Камерун / В. Н. Дмитриев, А. А. Сорокин, Арманд Тамно // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2009. № 1. С. 168–174.
2. *Дмитриев В. Н.* Анализ экономического развития и прогнозирование развития инфокоммуникаций Республики Камерун / В. Н. Дмитриев, А. Тамно // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2010. № 1. С. 49–53.
3. *Капембе Д. К.* Состояние и развитие телекоммуникаций в Замбии с учетом диверсификации экономики / Д. К. Капембе, В. Н. Дмитриев // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. Ростов н/Д: ПЦ «Университет» СКФ МТУСИ, 2011. С. 266–270.
4. *Дмитриев В. Н.* Многофакторный подход к проектированию сенсорных сетей для систем мониторинга природных территорий / В. Н. Дмитриев, А. А. Сорокин // Датчики и системы. 2010. № 7 (134). С. 35–37.
5. *Антонов А. В.* Системный анализ / А. В. Антонов. М.: Высш. шк., 2008. 454 с.
6. *Экономика Республики Чад: промышленность, сельское хозяйство, торговля* // URL: <http://www.gecont.ru>.
7. *Perspectives économiques en Afrique* // URL: <http://www.africaneconomicoutlook.org/fr/countries/central-africa/chad/>.
8. *Связь в Чаде* // URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki>.
9. *Cellule économique de la République du Tchad* // URL: <http://www.cellule-economiquetchad.org/index.php?option=comcontent&task=view&id=16&Itemid=3>.
10. *Африка.* Энциклопедический справочник. Т. 1–2. М.: Энциклопедия, 1986–1988.
11. *ООН.* Обзор доклада об экономическом положении в Африке за 2005 г. «Современные экономические тенденции в Африке и перспективы на 2006 г.». Нью-Йорк, 2006.
12. *Страны Африки 2002.* Справ.-аналит. изд. М.: Ин-т Африки РАН, 2002.
13. *Сагоян Л. Ю.* Республика Чад. Справочник / Л. Ю. Сагоян М.: Наука. Изд. фирма «Восточная литература», 1993. 151 с.
14. *Карта Республики Чад* // URL: <http://planetolog.ru/map-country.php?country=TD>.
15. *Barba Antoine.* Observatoire des marches etat des lieux du secteur des télécommunications en république du Tchad / Antoine Barba. Clarity Telecom, 2013.
16. *Комашинский В. И.* Системы подвижной радиосвязи с пакетной передачей информацией. Основы моделирования / В. И. Комашинский, А. В. Максимов. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 176 с.
17. *Вишневский В.* Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G / В. Вишневский, С. Портной, И. Шахнович. М.: Техносфера, 2009. 472 с.
18. *Yan Zhang.* Wireless mesh networking Architectures, Protocols and Standards / Yan Zhang, Jijun Luo, Honglin Hu. Taylor & Francis Group, New York, 2007. 610 p.
19. *Интернет с аэростата: глобальный проект Google* // URL: [http://rnd.cnews.ru/tech/reviews/index\\_science.shtml?2013/06/22/533094](http://rnd.cnews.ru/tech/reviews/index_science.shtml?2013/06/22/533094).
20. *Величко В. В.* Телекоммуникационные системы и сети: учеб. пособие / В. В. Величко, Е. А. Субботин, В. П. Шувалов, А. Ф. Ярославцев. Т. 3. Мультисервисные сети; под ред. проф. В. П. Шувалова. М.: Горячая линия – Телеком, 2005. 592 с.
21. *Вишневский В. М.* Теоретические основы проектирования компьютерных сетей / В. М. Вишневский. М.: Техносфера, 2003. 512 с.

Статья поступила в редакцию 15.09.2014,  
в окончательном варианте – 16.12.2014

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Дмитриев Вагим Николаевич** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; г-р техн. наук, профессор; зав. кафедрой «Связь»; [vndmitriev@yandex.ru](mailto:vndmitriev@yandex.ru).



**Ахмат Юсуф** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры «Связь»; sviaz@astu.org.

**Сорокин Александр Александрович** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. техн. наук, доцент; доцент кафедры «Связь»; alsorokin2@list.ru.



V. N. Dmitriev, Akhmad Yusuf, A. A. Sorokin

**MULTIVARIATE ANALYSIS  
OF SOCIAL AND ECONOMIC STATE OF THE REPUBLIC OF CHAD  
FOR FORMATION OF THE MODERN  
COMMUNICATION INFRASTRUCTURE**

**Abstract.** The multivariate analysis of the social and economic state of the Republic of Chad is made in order to determine the possibility of formation of the modern information and communication infrastructure. The analysis of the market trends of information and communication services in the Republic of Chad demonstrates their compliance with global trends. The mobile communication systems in the Republic of Chad are increasingly presented by the GSM networks. The factors that limit the development of the systems of communication in the Republic of Chad can be attributed to the complexity of the road infrastructure, climatic conditions, the difficulty of providing power supply communication equipment and social difficulties. As favorable factors, the trends in the development of the mining industry, agriculture and the development of the tourism industry are identified. Generalization of the results of the analysis of the Republic of Chad showed that the country as a whole needs in the development of telecommunications, since it facilitates the solution of a number of the economic problems in various sectors of the economy. Taking into account the general principles of construction of the communication networks that involve the separation of the subsystem of the subscriber equipment, the subsystem of access, the subsystem of control and the subsystem of transport network, a generalized analysis of the various existing solutions in the field of information transfer is made. Based on the results of the analysis as a core technology in building a network in the Republic of Chad it is recommended to use a method of constructing the networks Mesh. The formalization of the research results helped obtain the software, based on the generalized statement of the problem of designing the info-communication systems, but taking into account the regional characteristics of the area of deployment. The presented software also helps carry out the structural-parametric synthesis of different program and apparatus tools to form info-communication system, application of which is more expedient in the chosen region, in particular in the Republic of Chad.

**Key words:** analysis, info-communication, system, structure, synthesis, multi-factorial, communication, traffic, protocol.

*REFERENCES*

1. Dmitriev V. N., Sorokin A. A., Tamno Armand. Analiz perspektiv razvertyvaniia mul'tiservisnoi seti v Respublike Kamerun [Analysis of the perspectives of development of multi-service network in the Republic of Cameroon]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naia tekhnika i informatika*, 2009, no. 1, pp. 168–174.
2. Dmitriev V. N., Tamno A. Analiz ekonomicheskogo razvitiia i prognozirovaniie razvitiia infokommunikatsii Respubliki Kamerun [Analysis of economic development and forecasting of the development of info-communications in the Republic of Cameroon]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naia tekhnika i informatika*, 2010, no. 1, pp. 49–53.
3. Kapembe D. K., Dmitriev V. N. Sostoianie i razvitie telekommunikatsii v Zambii s uchetom diversifikatsii ekonomiki [State and development of telecommunications in Zambia taking into account the economy diversification]. *Trudy Severo-Kavkazskogo filiala Moskovskogo tekhnicheskogo universiteta svyazi i informatiki*. Rostov-on-Don, PTs «Universitet» SKF MTUSI, 2011. P. 266–270.
4. Dmitriev V. N., Sorokin A. A. Mnogofaktorni podkhod k proektirovaniu sensornykh setei dlia sistem monitoringa prirodnykh territorii [Multivariant approach to designing sensor networks for the systems of monitoring the natural areas]. *Datchiki i sistemy*, 2010, no. 7 (134), pp. 35–37.

5. Antonov A. V. *Sistemnyi analiz* [System analysis]. Moscow, Vysshaia shkola, 2008. 454 p.
6. *Ekonomika Respubliki Chad: promyshlennost', sel'skoe khoziaistvo, trgovlia* [Economy of the Republic of Chad: industry, agriculture, trade]. Available at: <http://www.gecont.ru/>.
7. *Perspectives économiques en Afrique* [Economical perspectives in Africa]. Available at: <http://www.africaneconomicoutlook.org/fr/countries/central-africa/chad/>.
8. *Sviaz' v Chade* [Communication in Chad]. Available at: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Sviaz'\\_v\\_Chade](https://ru.wikipedia.org/wiki/Sviaz'_v_Chade).
9. *Cellule économique de la République du Tchad* [Economical sector in the Republic of Chad]. Available at: <http://www.cellule-economiquetchad.org/index.php?option=comcontent&task=view&id=16&Itemid=3>.
10. *Afrika. Entsiklopedicheskii spravochnik* [Africa. Encyclopedia reference]. Vol. 1–2. Moscow, Entsiklopediia Publ., 1986–1988.
11. OON. *Obzor doklada ob ekonomicheskom polozhenii v Afrike za 2005 g. «Sovremennye ekonomicheskie tendentsii v Afrike i perspektivy na 2006 g.»* [UN. Review of the economic situation in Africa in 2005. "Modern economic trends in Africa and perspectives for 2006"]. New York, 2006.
12. *Strany Afriki 2002* [African countries in 2002]. Spravochno-analiticheskoe izdanie. Moscow, Institut Afriki RAN, 2002.
13. Sagoian L. Iu. *Respublika Chad* [The Republic of Chad]. Spravochnik. Moscow, Nauka. Izdatel'skaia firma «Vostochnaia literatura», 1993. 151 p.
14. Karta Respubliki Chad [Map of the Republic of Chad]. Available at: <http://planetolog.ru/map-country.php?country=TD>.
15. Barba Antoine. *Observatoire des marches etat des lieux du secteur des télécommunications en république du Tchad* [Analysis of the state measures in the sector of telecommunication in the Republic of Chad]. Clarity Telecom, 2013.
16. Komashinskii V. I., Maksimov A. V. *Sistemy podvizhnoi radiosviazi s paketnoi peredachei informatsii. Osnovy modelirovaniia* [Systems of mobile radio communication with the packet data network. Modeling bases]. Moscow, Goriachaia liniia – Telekom, 2007. 176 p.
17. Vishnevskii V., Portnoi S., Shakhnovich I. *Entsiklopediia WiMAX. Put' k 4G* [WiMAX encyclopedia. Way to 4G]. Moscow, Tekhnosfera, 2009. 472 p.
18. Yan Zhang, Jijun Luo, Honglin Hu. *Wireless mesh networking Architectures, Protocols and Standards*. Taylor & Francis Group, New York, 2007. 610 p.
19. *Internet s aerostata: global'nyi proekt Google* [Internet via aerostat: Google global project]. Available at: [http://rnd.cnews.ru/tech/reviews/index\\_science.shtml?2013/06/22/533094](http://rnd.cnews.ru/tech/reviews/index_science.shtml?2013/06/22/533094).
20. Velichko V. V., Subbotin E. A., Shuvalov V. P., Iaroslavtsev A. F. *Telekommunikatsionnye sistemy i seti. Vol. 3. Mul'tiservisnye seti* [Telecommunication systems and networks. Vol. 3. Multiservice networks]. Pod redaktsiei professora V. P. Shuvalova. Moscow, Goriachaia liniia – Telekom Publ., 2005. 592 p.
21. Vishnevskii V. M. *Teoreticheskie osnovy proektirovaniia komp'iuternykh setei* [Theoretical bases of computer networks designing]. Moscow, Tekhnosfera Publ., 2003. 512 p.

The article submitted to the editors 15.09.2014,  
in the final version – 16.12.2014

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Dmitriev Vadim Nikolaevich** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Technical Sciences, Professor; Head of the Department "Communication"; [vndmitriev@yandex.ru](mailto:vndmitriev@yandex.ru).

**Akhmad Yusuf** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Post-graduate Student of the Department "Communication"; [sviaz@astu.org](mailto:sviaz@astu.org).

**Sorokin Alexander Aleksandrovich** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department "Communication"; [alsorokin2@list.ru](mailto:alsorokin2@list.ru).

