

# ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

DOI: 10.24143/1812-9498-2019-1-7-13

УДК 004.82

## МЕТОД СТРУКТУРИЗАЦИИ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СЕТЕЙ ДОСТУПА НА ОСНОВЕ ОПТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

*И. Н. Марышева, А. А. Сорокин, И. Р. Григорьева*

*Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, Российская Федерация*

С развитием сетей передачи данных интернет-провайдеры каждый год внедряют решения класса OSS/BSS (Operations Support Systems/Business Support Systems). С помощью данных систем осуществляется интеграция многих элементов инфокоммуникационной сети, но некоторые вопросы требуют дальнейшего развития. Рассматриваются вопросы комплексного учета информации технического и социально-экономического характера во время решения задач проектирования сетей передачи данных. Целью работы является структуризация процесса проектирования оптических сетей доступа интернет-провайдера. В качестве объекта исследования выбраны оптические сети доступа на основе технологий PON и FTTB. При выполнении проектов следует учитывать множество факторов: субъективизм проектировщиков, уровень их компетенций, заинтересованность в использовании определенных технологий конкретными группами проектировщиков. Для уменьшения влияния подобных факторов рекомендовано применять способы накопления и обработки информации, связанные с успешным или неуспешным опытом реализации проектов, внедренных ранее. При помощи методов системного анализа, IDEF0-диаграмм подобная задача проектирования структурирована в виде схем выполнения эскизного и рабочего проектов, для которых были идентифицированы группы переменных. Выходным значением схем являются промежуточная и итоговая оценки проекта, которые позволяет лицу, принимающему решения, определять целесообразность последующих этапов внедрения проекта. Реализация предложенных положений открывает возможности дальнейшего развития OSS/BSS систем в области автоматизации процесса поддержки принятия решений, связанных с выбором и практическим внедрением проектов сетей доступа.

**Ключевые слова:** OSS/BSS система, оптическая сеть доступа, IDEF0-диаграмма, эскизный проект, рабочий проект.

**Для цитирования:** *Марышева И. Н., Сорокин А. А., Григорьева И. Р.* Метод структуризации задачи проектирования элементов сетей доступа на основе оптических технологий // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2019. № 1(67). С. 7–13. DOI: 10.24143/1812-9498-2019-1-7-13.

### **Введение**

Современные сети передачи данных (СПД) являются успешно развивающимся сегментом инфокоммуникационной отрасли. По мере роста ассортимента и объемов услуг интернет-провайдеры внедряют решения класса OSS/BSS (Operations Support Systems/Business Support Systems) [1]. Данные системы обеспечивают интеграцию таких элементов, как подсистема технического учета сетевых ресурсов, система анализа аварийных сообщений, система взаимозачетов с абонентами и детализации предоставляемых услуг и др. В настоящее время происходит смена парадигмы: если раньше операторы связи больше ориентировались на получение прибыли за счет притока абонентов, то сейчас делается акцент на сохранение существующей абонентской базы, повышение качества предоставляемых услуг и снижение стоимости тарифов. Одним из методов достижения этих задач является повышение эффективности эксплуатации элементов сетевой инфраструктуры [2].

Система OSS/BSS позволяет интернет-провайдеру оперативно реагировать на изменения рынка и технические проблемы, предоставлять абонентам широкий перечень услуг, но вопросы комплексного учета информации социально-экономического характера требуют дальнейшего совершенствования.

Одним из направлений, требующих дальнейшего развития методов комплексного учета технических и социально-экономических факторов, является задача проектирования сетей передачи данных. Причиной является множество неопределенностей, связанных с различными рисками, важную роль играет и человеческий фактор, влияние которого заключается в уровне компетенций или заинтересованности в использовании определенных технологий, а также в субъективности мнения специалистов, занятых подготовкой определенного проекта [3]. Одним из методов компенсации неопределенностей является структуризация поставленной задачи подготовки проекта элемента сети доступа.

*Цель работы:* структуризация процесса проектирования оптических сетей доступа интернет-провайдера.

### **Методы построения сетей доступа на основе оптических технологий для интернет-провайдера**

В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений в области строительства сетей передачи данных для обеспечения доступа к сети Интернет является применение оптических технологий [4]. Среди оптических сетей наиболее широкое применение получили технологии PON и FTTB.

Наиболее популярной оптической технологией для сетей абонентского доступа в частном секторе является PON (Passive Optical Network). Идея PON заключается в построении сети доступа с большой пропускной способностью при минимальных затратах. Это решение предполагает создание разветвленной сети без активных компонентов – на пассивных оптических разветвителях. Информация для всех пользователей передается одновременно с временным разделением каналов от головной станции – оптического линейного терминала (OLT, Optical Line Terminal) – до конечных оптических сетевых блоков (ONU, Optical Network Unit).

В многоквартирных домах наиболее распространенной технологией для сетей абонентского доступа является FTTB. В этой архитектуре оптическое волокно доходит до коммутационного оборудования интернет-провайдера, размещаемого преимущественно на территории клиентов (многоквартирные дома, офисные помещения, территории предприятий). С оборудованием устанавливается единый терминал, а от него до квартир абонентов или рабочих групп прокладывают медный кабель [5, 6].

При выполнении проектов нужно учитывать множество факторов, среди них субъективизм мнения проектировщиков и ряд других человеческих факторов, связанных с уровнем компетенций или заинтересованности в использовании определенных технологий. Для уменьшения влияния подобных факторов необходимо применять способы накопления и обработки информации, связанные с успешным или неуспешным опытом реализации проектов, внедренных ранее. При помощи методов системного анализа, диаграмм IDEF0 можно подобную задачу проектирования структурировать, выделить отдельные процессы, блоки. Учитывая работы [7, 8], в процессе проектирования целесообразно выделять два этапа: этап предварительного проектирования и этап окончательного проектирования. В рамках проводимого исследования предлагается при помощи IDEF0-диаграмм структурировать процессы подготовки предварительного и рабочего проектов.

### **IDEF0-диаграмма процесса обработки информации для предварительного принятия решения о строительстве объекта на этапе эскизного проектирования**

Перед разработкой проекта необходимо определиться с целью использования строительного объекта, провести предварительное обследование. На основании полученных данных нужно получить технические условия и приступить к разработке предварительного технического задания, итогом которого станет реализация эскиза планируемого к внедрению проекта. После сбора и анализа данных на основании точек зрения экспертов проектирования СПД, предварительной оценки риска (например, с использованием методов нечеткого вывода [9, 10]), программного обеспечения происходит переход к следующему этапу – разработке предварительного проекта. Разработанный эскизный проект отправляется на экспертизу контроллеру компании. При положительном

решении происходит разработка рабочего проекта. В табл. 1, с учетом работ [7, 8], мнений экспертов и практического опыта в области проектирования сетей передачи данных разработан список показателей, которые целесообразно учитывать на этапе подготовки *предварительного проекта*.

Таблица 1

**Список показателей, необходимых для принятия предварительного решения о строительстве проекта**

Показатель	Обозначение	Описание	Единица измерения
Информация о количестве абонентов	М <sub>ИКО</sub>	Численное	кол-во чел.
Информация о площади зоны обслуживания	М <sub>ИПЗО</sub>	Численное	км <sup>2</sup>
Информация о конъюнктуре рынка	М <sub>ИКР</sub>	Изначально вербальное	балл
Предварительная информация о стоимости оборудования	М <sub>ПИСО</sub>	Численное	тыс. руб.
Предварительная информация о стоимости монтажа	М <sub>ПИСМ</sub>	Численное	тыс. руб.
Предварительная информация о стоимости доставки	М <sub>ПИСД</sub>	Численное	тыс. руб.
Предварительная оценка маркетингового потенциала проекта	М <sub>ПОМП</sub>	Изначально вербальное	балл
Предварительное значение контрольных сроков сдачи проекта	М <sub>ПЗКСП</sub>	Численное	мес
Предварительный риск превышения сроков строительства объекта	М <sub>ПРИССО</sub>	Изначально вербальное	балл
Предварительный риск превышения планируемых затрат на строительство объекта	М <sub>ПРИПЗСО</sub>	Изначально вербальное	балл
Предварительный риск невыполнения поставленных целей	М <sub>ПРИПЦ</sub>	Изначально вербальное	балл

Процесс обработки информации для предварительного принятия решения о строительстве объекта при помощи IDEF0-диаграммы представлен на рис. 1.

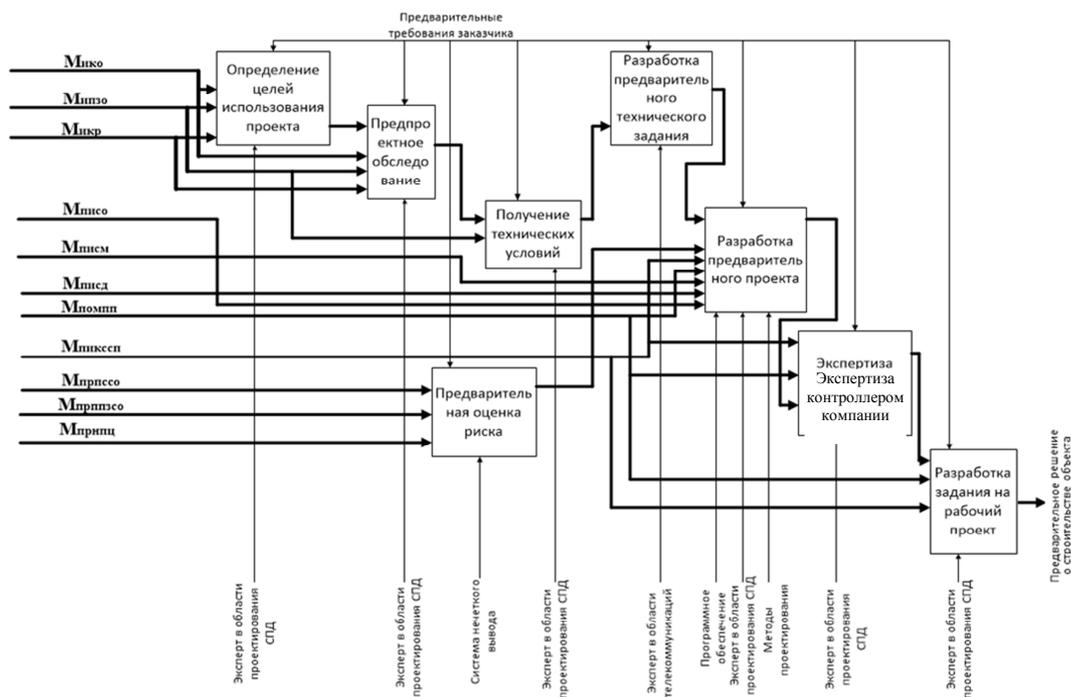


Рис. 1. IDEF0-диаграмма процесса обработки информации для предварительного принятия решения о строительстве объекта

Исполнителями процессов являются эксперты по проектированию и технической эксплуатации сетей передачи данных, методы обработки разнородной информации, основанные на использовании систем нечеткого вывода, специальное программное обеспечение и теоретические методы, ориентированные на расчет технических параметров сетей передачи данных.

Следующим этапом исследований является описание процессов обработки информации во время подготовки рабочего проекта элемента сети передачи данных.

**IDEF0-диаграмма процесса обработки информации для окончательного принятия решения о строительстве объекта на этапе подготовки рабочего проекта**

Перед началом строительства объекта в разработанном эскизном проекте необходимо уточнить цели использования проекта, а также требуется уточнить результаты предпроектного обследования. На основании окончательных данных необходимо снова получить технические условия и приступить к разработке технического задания и последующей реализации рабочего проекта. Во время подготовки рабочего проекта, кроме выполнения технических расчетов, необходимо произвести оценку рисков, связанных с реализацией проекта, оценить прогнозируемую эффективность эксплуатации и выполнить этапы согласования с контролирующими органами. Итогом проделанных операций станет окончательный вывод о целесообразности реализации проекта. С учетом рекомендаций экспертов, теоретических работ [7, 8] и практического опыта в области строительства и проектирования сетей доступа сформирован перечень параметров, которые целесообразно учитывать на этапе подготовки *рабочего проекта* (табл. 2).

Таблица 2

Список показателей, необходимых для принятия окончательного решения о строительстве проекта

Показатель	Обозначение	Описание	Единица измерения
Информация о количестве абонентов	M <sub>ИКО</sub>	Численное	кол-во чел.
Информация о площади зоны обслуживания	M <sub>ИПЗО</sub>	Численное	км <sup>2</sup>
Тарифные планы абонентов	M <sub>ТПА</sub>	Численное	руб.
Актуальность проекта	M <sub>АП</sub>	Изначально вербальное	балл
Социальная значимость	M <sub>СЗ</sub>	Изначально вербальное	балл
Производительность и пропускная способность сети передачи данных	M <sub>ПССПД</sub>	Численное	Мбит/с
Оценка надежности сети передачи данных	M <sub>ОНСПД</sub>	Численное	балл
Способность к реконфигурации и реструктуризации	M <sub>СРР</sub>	Изначально вербальное	балл
Риск превышения сроков строительства объекта	M <sub>РИССО</sub>	Изначально вербальное	балл
Риск превышения планируемых затрат на строительство объекта	M <sub>РИПЗСО</sub>	Изначально вербальное	балл
Риск невыполнения поставленных целей	M <sub>РИПЦ</sub>	Изначально вербальное	балл

С учетом табл. 2 для описания процесса формирования окончательного решения о строительстве объекта инфраструктуры сети построена IDEF0-диаграмма (рис. 2).

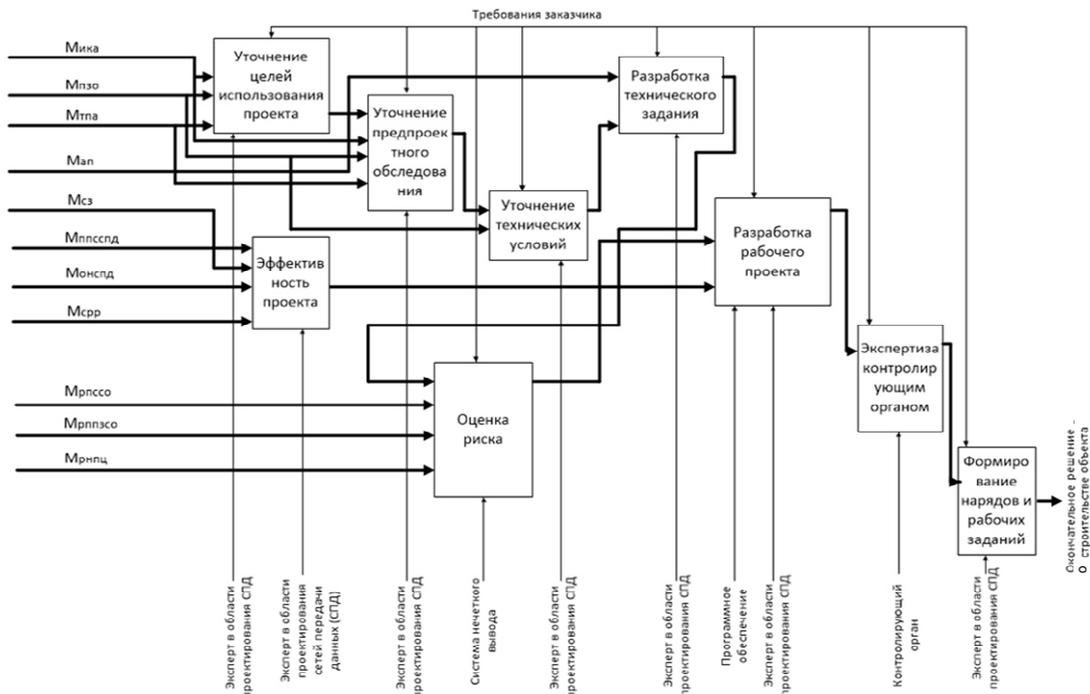


Рис. 2. IDEF0-диаграмма процесса обработки информации для окончательного принятия решения о строительстве объекта

Предложенные IDEF0-диаграммы структурируют этапы подготовки предварительного и рабочего проекта, формируют перечень наиболее важных параметров, которые целесообразно учесть в ходе подготовки проектов сетей доступа, и перечень механизмов решения отдельных задач. В случае, когда необходимо обобщение переменных, имеющих различные диапазоны значений и единицы измерений, рекомендовано применение математических методов, основанных на использовании методов теории нечетких множеств [11].

### Заключение

При реализации проектов сетей доступа необходимо учитывать большое количество разнородных факторов, в том числе субъективизм мнения проектировщиков, уровень их компетенции и степень их заинтересованности во внедрении определенной технологии. Для снижения влияния подобных факторов целесообразно обобщить опыт экспертов различных компаний, которые занимаются внедрением и эксплуатацией проектов сетей доступа.

В целях конкретизации задач обобщения информации, необходимой для принятия решений в процессе проектирования, предложены группы переменных для этапов эскизного (предварительного) и рабочего проектирования. В целях описания этапов обработки полученных переменных предложены диаграммы процессов получения предварительной оценки проекта – на этапе эскизного проектирования – и окончательной оценки – на этапе выполнения рабочего проекта.

Реализация предложенных положений открывает возможности для дальнейшего развития OSS/BSS систем в области автоматизации процесса поддержки принятия решений, связанных с выбором и практическим внедрением проектов сетей доступа.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ланкевич К., Хабаев Н., Скоринов М. OSS комплекс как инструмент контроля лояльности клиентов оператора связи // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2016. Т. 10. № 5. С. 36–40.
2. Кисляков С., Савич В. Решение по автоматизации бизнес-процессов групп Fulfillment и Assurance для крупного оператора связи // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2016. № 10 (6). С. 34–37.
3. Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2016–2021. URL: [www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-pr](http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-pr) (дата обращения: 10.10.2018).
4. Рынок фиксированного широкополосного доступа в России в сегменте частных пользователей. URL: [json.tv/ict\\_telecom\\_analytics\\_view/rynok-fiksirovanno](http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/rynok-fiksirovanno) (дата обращения: 10.10.2018).
5. Гольдштейн А. Б. Модели и методы эксплуатационного управления телекоммуникационными сетями // Электросвязь. 2017. № 8. С. 35–41.
6. Филимонов А. Ю. Построение мультисервисных сетей Ethernet. СПб.: БХВ-Петербург, 2007. С. 4–8.
7. Сорокин А. А., Олейников А. А. Система поддержки принятия решений в процессе модернизации элементов сетей передачи данных // Инфокоммуникационные технологии. 2018. № 1. С. 74–81.
8. Сорокин А. А., Юссуф А., Ахмат М. С., Маличенко А. С. Разработка алгоритмов обработки информации для получения интегральных оценок проектов в области телекоммуникаций // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2017. № 2 (38). С. 88–104.
9. Штовба С. Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. URL: <http://matlab.exponenta/fuzzylogic/book1/1.php> (дата обращения: 10.10.2018).
10. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. М.: Горячая линия-Телеком, 2007. 288 с.
11. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 736 с.

Статья поступила в редакцию 13.11.2018

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Марышева Ирина Николаевна** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; магистрант кафедры связи; [irinal2miss@yandex.ru](mailto:irinal2miss@yandex.ru).

**Сорокин Александр Александрович** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. техн. наук, доцент; доцент кафедры связи; alsorokin.astu@mail.ru.

**Григорьева Ирина Робертовна** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; магистрант кафедры связи; irina.grygoreva@yandex.ru.



## METHOD OF STRUCTURING PROBLEM OF ACCESS NETWORK ELEMENTS DESIGN BASED ON OPTICAL TECHNOLOGIES

*I. N. Marysheva, A. A. Sorokin, I. R. Grigorieva*

*Astrakhan State Technical University,  
Astrakhan, Russian Federation*

**Abstract.** With the development of data transmission networks Internet service providers implement solutions of the OSS/BSS class (Operations Support Systems / Business Support Systems) every year. The integration of different elements of the information and communication network takes place due to the system data, but some issues require further development. Integrated accounting of the technical and socio-economic information is being considered while solving problems of data transmission network design. The aim of the work is structuring the design process of the optical access networks of the Internet provider. Optical access networks based on PON and FTTB technologies have been chosen as the object of study. When executing projects, many factors are to be considered, such as: subjectivity of the designers, level of their competence, interest in using certain technologies by specific groups of designers. To reduce the influence of such factors, it is recommended to apply methods of accumulating and processing information associated with successful or unsuccessful experience of implementing previous projects. Using the system analysis methods and IDEF0 diagrams, a similar design task is structured in the form of diagrams of a draft project and a detailed design, for which groups of variables have been identified. The output values of the diagrams are the intermediate and final assessments of the project, which allows the decision maker to determine feasibility of the subsequent stages of the project implementation. Realizing the proposed provisions shows the opportunities for further development of OSS/ BSS systems in terms of automation of the decision-making support process associated with the selection and practical implementation of access network projects.

**Key words:** OSS/BSS system, optical access network, IDEF0 diagram, draft, detail design.

**For citation:** Marysheva I. N., Sorokin A. A., Grigorieva I. R. Method of structuring problem of access network element design based on optical technologies. *Vestnik of Astrakhan State Technical University*. 2019;1(67):7-13. (In Russ.) DOI: 10.24143/1812-9498-2019-1-7-13.

### REFERENCES

1. Lankevich K., Khabaev N., Skorinov M. OSS kompleks kak instrument kontrolya loial'nosti klientov operatora svyazi [OSS complex as a tool for controlling customer service loyalty]. *T-Comm: Telekommunikatsii i transport*, 2016, vol. 10, no. 5, pp. 36-40.
2. Kisliakov S., Savich V. Reshenie po avtomatizatsii biznes-protsessov grupp Fulfillment i Assurance dlia krupnogo operatora svyazi [Solution for automating business processes of the Fulfillment and Assurance groups for a large telecom operator]. *T-Comm: Telekommunikatsii i transport*, 2016, no. 10 (6), pp. 34-37.
3. Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2016–2021. Available at: [www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-pr](http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-pr) (accessed: 10.10.2018).
4. Rynok fiksirovannogo shirokopolosnogo dostupa v Rossii v segmente chastnykh pol'zovatelei [Market of fixed broadband access in Russia in the segment of private users]. Available at: [json.tv/ict\\_telecom\\_analytics\\_view/rynok-fiksirovanno](http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/rynok-fiksirovanno) (accessed: 10.10.2018).
5. Gol'dshtein A. B. Modeli i metody ekspluatatsionnogo upravleniia telekommunikatsionnymi setiami [Models and methods of operational management of telecommunications networks]. *Elektrosviaz'*, 2017, no. 8, pp. 35-41.
6. Filimonov A. Iu. Postroenie mul'tiservisnykh setei Ethernet [Building Ethernet multiservice networks]. Saint-Petersburg, BKhV-Peterburg Publ., 2007. Pp. 4-8.

7. Sorokin A. A., Oleinikov A. A. Sistema podderzhki priniatiia reshenii v protsesse modernizatsii elementov setei peredachi dannykh [Decision support system in the process of upgrading data network elements]. *Infokommunikatsionnye tekhnologii*, 2018, no. 1, pp. 74-81.
8. Sorokin A. A., Iussuf A., Akhmat M. S., Malichenko A. S. Razrabotka algoritmov obrabotki informatsii dlia polucheniia integral'nykh otsenok proektov v oblasti telekommunikatsii [Development of information processing algorithms for obtaining integrated assessments of projects in the field of telecommunications]. *Prikaspiiskii zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii*, 2017, no. 2 (38), pp. 88-104.
9. Shtovba S. D. *Vvedenie v teoriu nechetkikh mnozhestv i nechetkuiu logiku* [Principles of theory of fuzzy sets and fuzzy logic]. Available at: <http://matlab.exponenta/fuzzylogic/book1/1.php> (accessed: 10.10.2018).
10. Shtovba S. D. *Proektirovanie nechetkikh sistem sredstvami MATLAB* [Designing fuzzy systems using MATLAB technologies]. Moscow, Goriachaia liniia-Telekom Publ., 2007. 288 p.
11. Leonenkov A. V. *Nechetkoe modelirovanie v srede MATLAB i fuzzyTECH* [Fuzzy simulation in MATLAB and fuzzyTECH environment]. Saint-Petersburg, BKhV-Peterburg Publ., 2005. 736 p.

The article submitted to the editors 13.11.2018

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Marysheva Irina Nikolaevna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Master's Course Student of the Department of Communications; irinal2miss@yandex.ru.

**Sorokin Alexandr Aleksandrovich** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Technical Sciences, Assitant Professor; Assistant Professor of the Department of Communications; alsorokin.astu@mail.ru.

**Grigorieva Irina Robertovna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Master's Course Student of the Department of Communications; irina.grygoreva@yandex.ru.

