

Комплексное обучающее решение D-Link для подготовки специалистов в области сетевых технологий

Ф. А. Захаров¹, П. В. Ромасевич^{2,3*}, Е. В. Смирнова¹, В. А. Шибанов^{4,5}

¹ ООО «Д-Линк Трейд», г. Москва, Российская Федерация
129626, Российская Федерация, г. Москва, Графский переулок, д. 14, к. 1

² ООО «Д-Линк Трейд», г. Волгоград, Российская Федерация
400074, Российская Федерация, г. Волгоград, ул. Баррикадная, д. 1Б

³ ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», г. Волгоград, Российская Федерация
400062, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 100

* promasevich@dlink.ru

⁴ ООО «Д-Линк Трейд», г. Рязань, Российская Федерация
390043, Российская Федерация, г. Рязань, пр-д Шабулина, д. 16

⁵ ФГБОУ «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», г. Рязань, Российская Федерация
390005, Российская Федерация, г. Рязань, ул. Гагарина, д. 59/1

Аннотация

Статья посвящена описанию структуры образовательных ресурсов компании D-Link как комплексного обучающего решения, включающего в себя портал дистанционного обучения и сертификации, электронную библиотеку, курсы лекций, презентации к ним, подробные методические указания для выполнения лабораторных работ, технических спецификаций лабораторных стендов по каждому из курсов, а также техническую и методическую поддержку в процессе их внедрения в учебный процесс. Компания D-Link непрерывно развивает образовательные ресурсы, ряд которых издан в виде книг с грифом УМО. Структура обучающего решения позволяет выбирать и комбинировать формы реализации обучения в зависимости от целевой аудитории и задач, которые ставит принятая 1 октября 2018 года в Российской Федерации Национальная программа «Цифровая экономика» до 2024 года, ключевыми целями которой являются создание устойчивой и безопасной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры высокоскоростной передачи, обработки и хранения больших объемов данных, доступной для всех организаций и домохозяйств, использование преимущественно отечественного программного обеспечения государственными органами, органами местного самоуправления и организациями. Неотъемлемой частью Национальной программы является федеральный проект «Кадры для цифровой экономики», что предполагает использование обучающего решения D-Link не только для обучения студентов соответствующих специальностей, но и для переподготовки кадров телекоммуникационной отрасли с последующей сертификацией. Возможность организации дистанционного обучения в современных условиях пандемии, развития телекоммуникационной инфраструктуры в регионах и технические решения D-Link позволяют существенно расширить аудиторию обучающихся различных целевых направлений.

В этой связи обучающее решение компании D-Link востребовано в современных условиях цифрового развития Российской Федерации и может быть рекомендовано для подготовки и переподготовки кадров в рамках федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» Национальной программы «Цифровая экономика».

Ключевые слова: Национальная программа «Цифровая экономика», федеральный проект «Кадры для цифровой экономики», дистанционное обучение, пандемия, основы сетевых технологий, основы сетевой безопасности, технологии коммутации, технологии маршрутизации, Ethernet, Wi-Fi, 802.11ac, 802.11ax, Linux, микропроцессорные системы, TCP/IP, VPN.



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Захаров, Ф. А. Комплексное обучающее решение D-Link для подготовки специалистов в области сетевых технологий / Ф. А. Захаров, П. В. Ромасевич, Е. В. Смирнова, В. А. Шибанов. — DOI 10.25559/SITITO.16.202003.776-787 // Современные информационные технологии и ИТ-образование. — 2020. — Т. 16, № 3. — С. 776-787.

© Захаров Ф. А., Ромасевич П. В., Смирнова Е. В., Шибанов В. А., 2020



D-Link Comprehensive Training Solution for Networking Professionals

P. A. Zakharov^a, P. V. Romasevich^{b,c*}, E. V. Smirnova^a, V. A. Shibarov^{d,e}

^a D-Link Company, Moscow, Russian Federation
14-1 Grafskij per., Moscow 129626, Russian Federation

^b D-Link Company, Volgograd, Russian Federation
1B Barrikadnaya St., Volgograd 400074, Russian Federation

^c Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation
100 Universitetsky Ave., Volgograd 400062, Russian Federation

* promasevich@dlink.ru

^d D-Link Company, Ryazan, Russian Federation
16 Shabulin's pas., Ryazan 390043, Russian Federation

^e Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Ryazan, Russian Federation
59/1 Gagarin St., Ryazan 390005, Russian Federation

Abstract

The paper is devoted to the description of the structure of educational resources of the D-Link company as a comprehensive training solution, including a portal for distance learning and certification, an electronic library, lecture courses, presentations to them, detailed methodological instructions for performing laboratory work, technical specifications of laboratory stands for each of the courses, as well as technical and methodological support in the process of their implementation in the educational process. D-Link is constantly developing educational resources, a number of which have been published in the form of books with the UMO stamp. The structure of the training solution allows you to select and combine forms of training implementation depending on the target audience and the tasks set by the National Program "Digital Economy" adopted on October 1, 2018 in the Russian Federation until 2024, the key goals of which are the creation of a stable and secure information and telecommunications infrastructure for high-speed transmission, processing and storage of large amounts of data, available to all organizations and households, the use of mainly domestic software by government agencies, local governments and organizations. An integral part of the National Program is the federal project "Human Resources for the Digital Economy", which implies the use of the D-Link training solution not only for training students of relevant specialties, but also for retraining the telecommunications industry personnel with subsequent certification. The possibility of organizing distance learning in the modern conditions of a pandemic, the development of telecommunications infrastructure in the regions and technical solutions of D-Link allow us to significantly expand the audience of students of various target audiences. In this regard, the training solution of the D-Link company is in demand in the modern conditions of the digital development of the Russian Federation and can be recommended for training and retraining of personnel within the framework of the federal project "Human Resources for the Digital Economy" of the National Program "Digital Economy".

Keywords: National program "Digital Economy", Federal Project "Human Resources for the Digital Economy", distance learning, pandemic, fundamentals of network technologies, fundamentals of network security, switching technologies, routing technologies, Ethernet, Wi-Fi, 802.11ac, 802.11ax, Linux, microprocessor systems, TCP/IP, VPN.

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Zakharov P.A., Romasevich P.V., Smirnova E.V., Shibarov V.A. D-Link Comprehensive Training Solution for Networking Professionals. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technologies and IT-Education. 2020; 16(3):776-787. DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.16.202003.776-787>



Введение

Принятая в Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 — 2030¹ определяет цели, задачи и меры по реализации внутренней и внешней политики страны в сфере применения информационных и коммуникационных технологий, направленные на развитие информационного общества, формирование национальной цифровой экономики, обеспечение национальных интересов и реализацию стратегических национальных приоритетов. Обеспечение национальных интересов при развитии информационного общества осуществляется, в том числе, путем развития информационной и коммуникационной инфраструктуры Российской Федерации. Для формирования информационного пространства знаний Стратегия предусматривает ряд мер, таких как: использование и развитие различных образовательных технологий, в том числе дистанционных, при реализации образовательных программ; разработка и реализация партнерских программ образовательных организаций высшего образования и российских высокотехнологичных организаций, в частности по вопросу совершенствования образовательных программ [1].

Уже более 15 лет компания D-Link сотрудничает с учебными заведениями России, предлагая комплексное обучающее решение, направленное на подготовку специалистов телекоммуникационных специальностей [2].

Обучающее решение D-Link

Комплексное решение D-Link включает несколько взаимосвязанных обучающих решений:

- обучающие программы;
- очное/дистанционное обучение по обучающим программам;
- очные семинары/вебинары;
- электронная библиотека D-Link.

Данные решения позволяют выбирать и комбинировать формы реализации обучения в зависимости от поставленных задач:

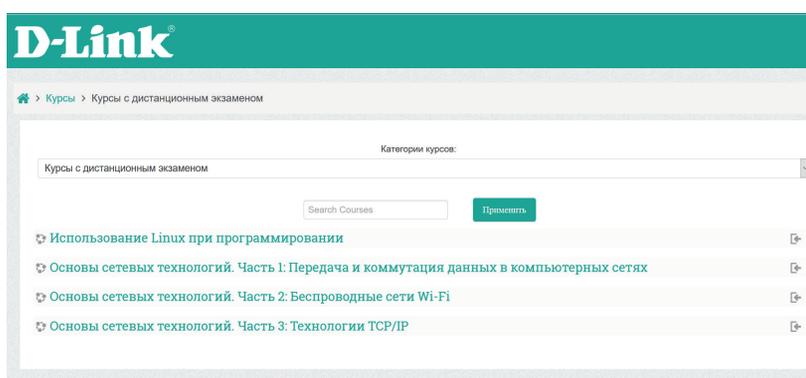
- смешанное обучение – очное и дистанционное;
- дистанционное обучение;
- очное обучение.

В настоящее время D-Link предлагает 8 обучающих программ:

- «Основы сетевых технологий. Часть 1: Основы передачи и коммутации данных в компьютерных сетях»;
- «Основы сетевых технологий. Часть 2: Основы беспроводных сетей Wi-Fi»;
- «Основы сетевых технологий. Часть 3: Технологии TCP/IP»;
- «Технологии коммутации современных сетей Ethernet. Базовый курс D-Link»;
- «Основы сетевой безопасности. Часть 1: Межсетевые экраны»;
- «Основы сетевой безопасности. Часть 2: Технологии туннелирования»;
- «Использование Linux при программировании»;
- «Введение во встраиваемые системы. Часть 1: Использование Linux и микропроцессорные системы».

Каждая программа включает в себя лекции, презентации к лекциям, методические указания к лабораторным работам, оборудование для учебных классов. Программы построены таким образом, чтобы их можно было изучать как по отдельности, так и в комплексе. Оборудование для классов подобрано с учетом возможности его использования сразу в нескольких программах. Преподавателям учебных заведений, желающих использовать материалы D-Link, предоставляется техническая и методическая поддержка процесса обучения. Портал дистанционного обучения может быть использован преподавателями для проведения вебинаров, тестирования и иных учебных мероприятий для студентов.

Программы D-Link доступны для изучения в очной форме в партнерских учебных заведениях и офисах D-Link, а также на портале дистанционного обучения и сертификации. В настоящее время по четырем программам обучения можно сдать сертификационный экзамен онлайн.



Р и с. 1. Учебные курсы с дистанционным экзаменом D-Link

F i g. 1. Training Courses with D-Link Distance Exam

¹ О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 — 2030 годы: Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 // Собрание законодательства РФ. 2017. № 20. Ст. 2901. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.szrf.ru/szrf/doc.phtml?nb=100&issid=1002017020000&docid=2> (дата обращения: 19.07.2020).



Компаний проводятся вебинары, сочетающие теоретическую и практическую информацию. На сайте www.dlink.ru организована электронная библиотека, включающая видеолекции, обзор технологий, онлайн презентации, примеры настройки оборудования.

Обзор обучающих программ

Курс «Основы сетевых технологий. Часть 1: Основы передачи и коммутации данных в компьютерных сетях» является вводным и служит для получения базовых знаний о сетевых технологиях. В нем подробно рассматриваются технологии физического и канального уровней модели OSI, механизмы сетевого взаимодействия, принципы проектирования компьютерных сетей. Помимо протокола IPv4, в курсе рассматривается протокол IPv6. Курс знакомит с такими сетевыми устройствами, как точки доступа, коммутаторы, маршрутизаторы и методами их настройки и управления.

Поддержку теоретической части обеспечивают лабораторные работы, которые учат создавать простую коммутируемую сеть, начиная от обжима кабелей и заканчивая настройкой коммутаторов, соединяющих клиентские устройства. По курсу предусмотрен сертификационный экзамен.

Курс «Технологии коммутации современных сетей Ethernet. Базовый курс D-Link» посвящен рассмотрению технологий уровня доступа и распределения компьютерных сетей. Он учит созданию коммутируемых локальных сетей, удовлетворяющих требованиям «Triple play» по передаче голоса, видео и данных на базе оборудования D-Link. Этот курс позволяет получить знания по сегментации сетей, повышению надежности и производительности, обеспечению качества обслуживания (QoS). Большое место в курсе уделено обеспечению безопасного доступа в сеть. Рассматриваются такие функции как ACL (Access Control List), Port Security, IP-MAC-Port Binding, аутентификация 802.1X, Safeguard Engine, Traffic Mirroring, защита протоколов семейства STP. Эти функции, наряду с другими, позволяют защищать сеть от преднамеренных и непреднамеренных угроз.

В курсе предусмотрены 18 лабораторных работ, охватывающие все рассмотренные в теоретической части темы. По курсу можно сдать сертификационный экзамен.

Следует отметить, что совместно с преподавателями МГТУ им. Н.Э. Баумана курс издан в виде учебного пособия «Построение коммутируемых компьютерных сетей», имеющего гриф УМО для направления «Информатика и вычислительная техника» [3].

Курс «Основы сетевых технологий. Часть 2: Основы беспроводных сетей Wi-Fi» позволяет получить знания по проектированию и развертыванию беспроводных сетей малых и средних предприятий, корпоративных сетей, а также об их интеграции с проводными сетями. Показано поэтапное проектирование беспроводных сетей – от планирования производительности и зоны действия, до развертывания сети. Приведены подробные методики и примеры расчета производительности и зоны действия. Показана работа с инструментом Wi-Fi Planner Pro, разработанным D-Link.

Отличительной особенностью курса является подробное рассмотрение спецификаций физического уровня 802.11n и 802.11ac. Подробно описаны такие функции как формиро-

вание диаграммы направленности передатчика, механизмы защиты при работе в сети устройств разных спецификаций 802.11, механизмы сосуществования при использовании каналов разной ширины, описание которых, как правило, отсутствует в русскоязычной литературе, посвященной теме Wi-Fi. При рассмотрении спецификации 802.11ac описана технология MU-MIMO, механизм работы с динамической полосой пропускания при использовании в сети каналов шириной 80 МГц, 160 МГц, 80+80 МГц. Приведен обзор технологий спецификации 802.11ax. Также в курсе подробно рассмотрено подключение клиента к сети в инфраструктурном режиме – сканирование, методы аутентификации и ассоциации, вопросы безопасности передачи данных в беспроводных сетях (WEP, TKIP, CCMP, WPA/WPA2, WPA3, WPS). Не остались без внимания вопросы организации роуминга на 2 и 3 уровне модели OSI, описана технология интеллектуального распределения клиентов, разработанная D-Link. В курсе показана работа с такими средствами поиска неисправностей как InSSIDer, Microsoft Network Monitor. Рассматриваются особенности использования радиочастотного спектра в Российской Федерации. Помимо этого в курсе показано применение комплексного решения D-Link для организации беспроводных сетей, в основе которого лежит использование беспроводных контроллеров.

В курсе «Основы сетевых технологий. Часть 2: Основы беспроводных сетей Wi-Fi» имеется 13 лабораторных работ, поддерживающих темы, рассматриваемые в теоретической части.

Совместно с преподавателями МГТУ им. Н.Э. Баумана курс издан в виде учебного пособия «Технологии современных беспроводных сетей Wi-Fi» [4] для студентов (адъюнктов), обучающихся по основным образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки бакалавриата/магистратуры укрупненной группы специальностей и направлений подготовки 09.00.00 «Информатика и вычислительная техника».

Курс «Основы сетевых технологий. Часть 3: Технологии TCP/IP» посвящен изучению стека протоколов TCP/IP, подходов к проектированию сетей доступа, методов поиска неисправностей в сетях. Рассматривается протокол PPP и его основные компоненты, протоколы аутентификации, сжатия и шифрования данных PPP, протоколы туннелирования PPP, включая PPPoE, PPPoA, PPTP и L2TP, типы подключения к провайдерам. Изучается протокол IP версии 4 и версии 6, технология NAT, архитектура безопасности IP (IPSec). Рассматривается протокол разрешения адресов ARP, методы Gratuitous ARP и Prox ARP. Описан протокол ICMP версии 4 и версии 6. Рассматривается разрешение адресов IPv6, определение недоступности соседа, дублирования адресов, обнаружение маршрутизатора с помощью протокола NDP. Изучается архитектура протоколов маршрутизации, алгоритмы маршрутизации, подробно описан протокол OSPFv2/v3, включая версию 3. Рассматриваются основополагающие протоколы транспортного уровня TCP и UDP. Приведено подробное описание протоколов уровня приложений SSH, SSL/TLS, DHCP, DHCPv6. Изложена методика поиска неисправностей в сетях TCP/IP.

Практическая часть курса состоит из 22 лабораторных работ. Они посвящены вопросам настройки различных типов подключения к сетям провайдеров, маршрутизации, безопасного удаленного доступа.



Совместно с преподавателями МГТУ им. Н.Э. Баумана курс издан в виде учебного пособия «Технологии TCP/IP в современных компьютерных сетях» [5] для студентов (адъюнктов), обучающихся по основным образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки бакалавриата/магистратуры укрупненной группы специальностей и направлений подготовки 09.00.00 «Информатика и вычислительная техника».

Вопросы безопасности компьютерных сетей и решения компании D-Link в этом направлении отражены в курсах «Основы сетевой безопасности. Часть 1. Межсетевые экраны» и «Основы сетевой безопасности. Часть 2. Технологии туннелирования», которые являются совместной работой с преподавателями факультета ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова. В курсе «Основы сетевой безопасности. Часть 1. Межсетевые экраны» внимание уделяется изучению основных принципов создания надежной и безопасной ИТ-инфраструктуры, способам сегментирования сетей на канальном уровне, классификации межсетевых экранов и созданию политик межсетевых экранов. Рассмотрены основные технологии и способы классификации систем обнаружения и предотвращения проникновений, способы приоритезации трафика и создания альтернативных маршрутов. Большое внимание уделено практическим вопросам. Теория поддерживается 12 лабораторными работами на межсетевых экранах D-Link.

В курсе «Основы сетевой безопасности. Часть 2. Технологии туннелирования» основное внимание уделяется изучению наиболее важных сервисов и механизмов защиты информации в сети Интернет, а именно, криптографических алгоритмов и протоколов, в которых используются эти алгоритмы. Большое внимание уделено практическим вопросам. Теория поддерживается 14 лабораторными работами на межсетевых экранах D-Link.

Оба курса изданы в виде одноименных книг, которые имеют гриф УМО для направлений «Прикладная математика и информатика» и «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

С каждым годом растет интерес к профессии программиста, но далеко не все представляют, что нужно знать и уметь, чтобы стать высококвалифицированным специалистом в области программирования. Центр исследований и разработки D-Link, расположенный в Рязани, столкнулся с проблемой отсутствия необходимых знаний для программирования сетевых устройств у выпускников учебных заведений. Во-первых, на выработку практических навыков программирования в рамках учебных программ вузов и ссузов отведено небольшое количество часов, во-вторых, у выпускников зачастую отсутствуют навыки инженерного мышления и понимание тех задач, которые решаются при промышленном программировании.

Подготовка квалифицированного программиста для разработки программного обеспечения сетевых устройств базируется на следующих дисциплинах телекоммуникационных специальностей: «Физика», «Операционные системы», «Микроконтроллеры» или «Программирование микроконтроллеров». Зачастую в рамках специальности эти дисциплины читаются как самостоятельные курсы, несмотря на то, что они тесно связаны при решении различных задач по разработке программных средств.

Большинство производимых и разрабатываемых компанией D-Link сетевых устройств представляют собой, по сути, специализированные компьютеры (встроенные системы), функционирующие под управлением операционной системы Linux. На базе Рязанского государственного радиотехнического университета имени В.Ф. Уткина (РГРТУ) компанией D-Link организованы факультативные занятия для студентов по тематике разработки программного обеспечения встроенных систем на основе Linux. В рамках этих занятий изучаются основы работы с командным интерфейсом Linux, основы программирования на языке C, устройство ядра Linux, работа с программными интерфейсами ядра Linux, основы использования Linux и свободных программ во встроенных системах. На основе первой части материалов данных факультативных занятий разработан дистанционный курс «Использование Linux при программировании». Целью данного курса является приобретение знаний и навыков работы с операционной системой Linux на уровне пользователя, а также навыков использования ряда утилит Linux для решения типовых задач, стоящих перед программистом. При выполнении лабораторной части курса студенты осваивают открытый инструментальный программиста для Linux — компилятор GCC, систему сборки Make, отладчики GDB и DDD, систему контроля версий Git. Планируется разработка и других дистанционных курсов в области Linux-программирования на основе пока не использованных материалов факультативных занятий в РГРТУ.

Программное обеспечение встроенных систем должно работать в условиях сильно ограниченных ресурсов. Встроенные системы могут применяться в разных сферах: от систем контроля за спутниками до высокочастотного алгоритмического трейдинга. Они отличаются аппаратной частью, операционными системами, стилями программирования. Тем не менее, у них существуют определенная схожесть.

Курс «Введение во встраиваемые системы» предназначен для специалистов предприятий, занимающихся разработкой и тестированием программного обеспечения, внедрением новых информационных технологий, для студентов соответствующих направлений, а также для тех, кто интересуется современными компьютерными технологиями и проектированием встраиваемых систем [6].

Для выполнения практической части курса разработан учебный лабораторный стенд DTK-1, состоящий из микрокомпьютера Orange Pi Zero — аналога Raspberry Pi, функционирующего под управлением ОС Linux, и платы расширения — периферийного контроллера на основе микроконтроллера Atmel Atmega328, совместимого со средой разработки Arduino IDE. Помимо этого, в состав учебного стенда входят:

- программатор USBISP;
- кнопочный модуль;
- линейный потенциометр;
- цифровой датчик температуры;
- четырехканальный релейный модуль;
- сервопривод аналоговый;
- логический анализатор;
- консольный кабель USB-TTL;
- набор соединительных проводов;
- блок питания 5В, 2,4А;
- карта памяти microSD.





Р и с. 2. Учебный лабораторный стенд DTK-1
F i g. 2. DTK-1 training laboratory stand

По окончании курса студент получит навыки работы с аналогово-цифровыми преобразователями, интерфейсами GPIO, UART и I2C, научится использовать широтно-импульсную модуляцию и обрабатывать информацию от датчиков. Помимо этого, обучающийся познакомится с основными командами Linux, командными файлами и языком Unix Shell, изучит работу с компилятором GCC и утилитой Make, освоит программирование арифметических и логических операций на языке Assembler.

Большинство предлагаемых на рынке стенов или конструкторов на базе микроконтроллеров, являются готовыми продуктами, предназначенными для решения конкретной узкоспециализированной задачи [7-9]. Учебный стенд компании D-Link является платформой, обеспечивающей возможность расширения, что позволяет его использовать не только для изучения микроконтроллеров и обладает оптимальным соотношением цена/функциональность.

В настоящее время ведется разработка второй части курса «Введение во встраиваемые системы» для более глубокого изучения особенностей встраиваемых систем. Основными темами курса будут: файловые системы для флеш, Toolchain, загрузчики для встраиваемых систем, загрузчик U-Boot, архитектура ядра Linux и его компиляция, программа BusyBox и система сборки корневой файловой системы Buildroot.

Стенд является удобным средством обучения разработке систем Интернета вещей, в частности умного дома. На базе стенда можно создать устройство, управляемое через Web-интерфейс и обеспечивающее передачу данных по беспроводной сети Wi-Fi. Обучающийся самостоятельно сможет разработать Webинтерфейс, который обеспечит двухстороннее взаимодействие с компонентами стенда, например сервомотором, светодиодами, реле, датчиками. Таким образом, он научится получать данные от датчиков, настраивать оповещения при определенных условиях и управлять параметрами подключенных компонентов стенда.

Решения по организации удаленного доступа к образовательным ресурсам

В условиях пандемии актуальным является вопрос организации удаленного доступа к образовательным ресурсам [10, 11]. Компания D-Link представляет следующие решения для организации безопасного удаленного доступа через Интернет к корпоративным ресурсам, их совместному использованию и управлению [12-14]:

- решения на базе высокопроизводительных маршрутизаторов с поддержкой VPN IPsec серии DIR;
- решения на базе межсетевых экранов серии DFL и высокопроизводительных сервисных маршрутизаторов серии DSR со встроенным VPN-сервером;
- VPN-решения с поддержкой 3G/LTE.

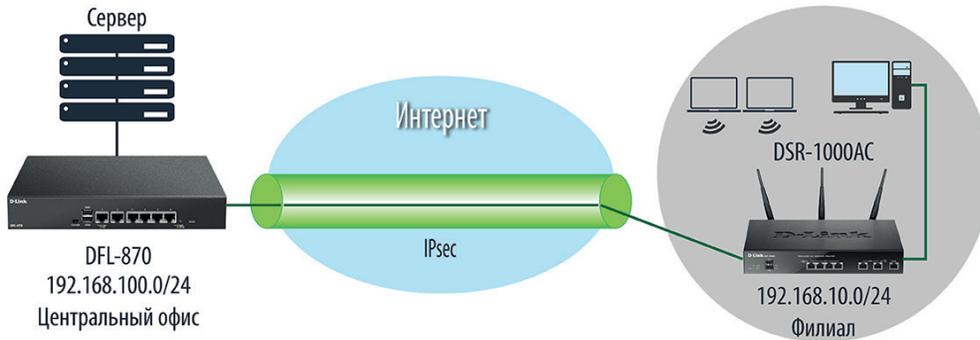
Маршрутизаторы серии DIR работают под управлением программного обеспечения, созданного специалистами российского Центра исследований и разработок D-Link, полностью соответствующего современным техническим требованиям к оборудованию доступа в Интернет, отличаются надежностью, простотой и разнообразием настроек. Для безопасного подключения удаленных рабочих мест к офисной сети маршрутизаторы D-Link поддерживают VPN-соединения IPsec, PPTP, L2TP. Выбор типа соединения определяется администратором сети, необходимым уровнем конфиденциальности и параметрами пропускной способности.

Высокопроизводительные маршрутизаторы DIR-853, DIR-878, DIR-882 могут использоваться в качестве центрального шлюза сети для организации множественных IPsec-соединений. Они обеспечивают создание нескольких защищенных соединений для одновременного доступа в разные корпоративные сети, например, при необходимости организации доступа для двух или более человек при помощи одного маршрутизатора. Возможность использования привычных интернет-ресурсов

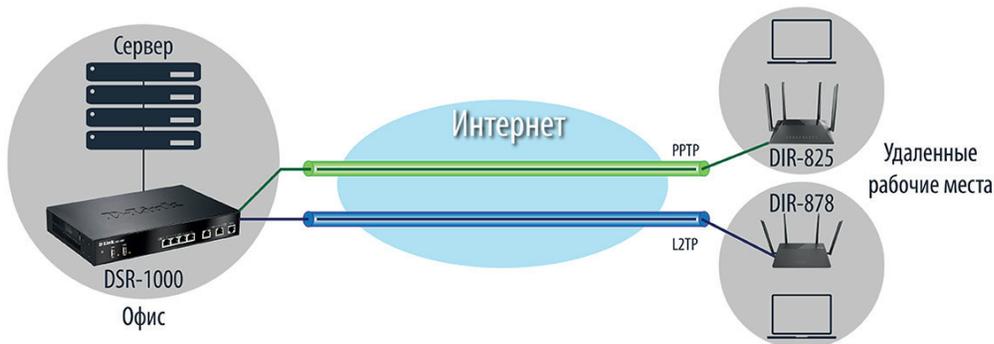


сохраняется в полном объеме. Также маршрутизаторы поддерживают функцию назначения нескольких WAN-портов для резервирования WAN-соединения от разных провайдеров. Межсетевые экраны DFL-870 и маршрутизаторы серии DSR поддерживают расширенный функционал VPN, многоуровневую фильтрацию, детализированную настройку политик безопасности, систему обнаружения и предотвращения вторжений, удобный инструментарий для мониторинга и управ-

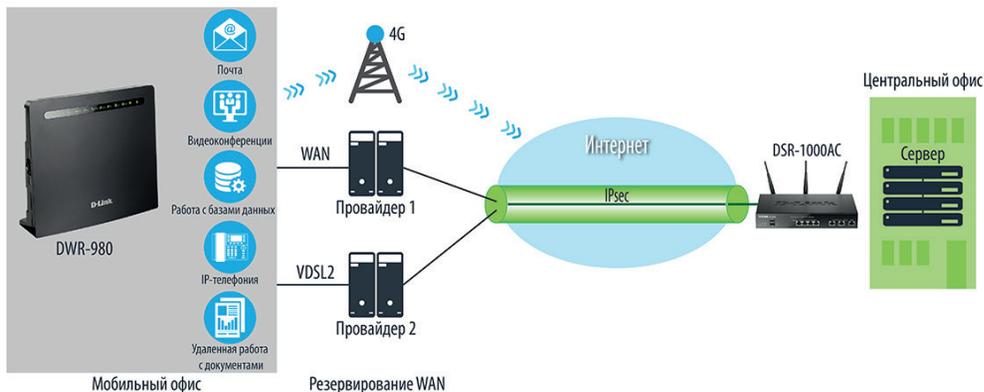
ления. Оборудование предназначено для защищенного объединения локальных сетей через открытые каналы связи, подключения удаленных филиалов или мобильных пользователей к внутренним сетям для совместной работы с документами и базами данных, использования специализированного программного обеспечения, проведения видеоконференций и т.п. [15-20].



Р и с. 3. Организация удаленного доступа с использованием межсетевого экрана DFL-870
F i g. 3. Organization of remote access by means of the DFL-870 firewall



Р и с. 4. Организация удаленного доступа с использованием маршрутизаторов серий DSR и DIR
F i g. 4. Organization of remote access by means of DSR and DIR series routers



Р и с. 5. Организация удаленного доступа с использованием маршрутизатора DWR-980
F i g. 5. Organization of remote access by means of the DWR-980 router



Многофункциональные маршрутизаторы D-Link серии DWR оснащены встроенным LTE-модемом, съемными антеннами 3G/LTE с разъемами SMA, поддерживают расширенный функционал безопасности, включая построение IPsec-туннелей и межсетевой экран с контролем соединений. DWR-921, DWR-953, DWR-956, DWR-980 поддерживают резервирование интернет-каналов WAN — 3G/LTE. Устройства интегрированного доступа DWR-956 и DWR-980 дополнительно оснащены одним и двумя FXS-портами с разъемом RJ-11 для подключения аналоговых телефонов с возможностью совершения звонков через Интернет. DWR-980 поддерживает автоматическое переключение между соединениями, обеспечивая повышенную отказоустойчивость. Возможно создание нескольких одновременных соединений WAN (Ethernet /LTE /VDSL) с установкой приоритета резервных соединений [20-25].

Маршрутизаторы DWR поддерживают отправку USSD-запросов оператору сотовой связи для контроля баланса, управления тарифными планами и услугами сотовой связи.

О компании D-Link

Компания D-Link является ведущим мировым производителем сетевого оборудования, предлагающим широкий набор решений для создания локальных сетей Ethernet/ Fast Ethernet/ Gigabit Ethernet, построения беспроводных сетей и организации широкополосного доступа, передачи изображений и голоса по IP (VoIP). В 2012 году компания открыла в Российской Федерации собственное производство, сертифицированное в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001:2008 (ISO 9001:2008). В Российской Федерации офисы компании D-Link открыты в Москве, Санкт-Петербурге, Волгограде, Екатеринбурге, Иркутске, Калининграде, Кемерово, Краснодаре, Красноярске, Новосибирске, Омске, Перми, Ростове-на-Дону, Рязани, Самаре, Туле, Уфе, Хабаровске и Ярославле. В Брянске, Казани, Тюмени и Челябинске работают региональные представители компании.

Авторизованные учебные центры работают в Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Ижевске, Кемерово, Магнитогорске, Новосибирске, Омске, Оренбурге, Перми, Ростове-на-Дону, Рязани, Туле и Ярославле. Портал дистанционного обучения D-Link: <http://learn.dlink.ru>.

Информацию о новинках и решениях, новости компании D-Link можно найти на официальном сайте <http://www.dlink.ru> и странице компании в Facebook.

Список использованных источников

- [1] Чубукова, С. Г. Становление информационного общества и цифровой экономики в России: направления развития законодательства / С. Г. Чубукова. — DOI 10.35264/1996-2274-2019-1-60-70 // Инноватика и экспертиза. — 2019. — № 1(26). — С. 60-70. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37381152> (дата обращения: 19.07.2020). — Рез. англ.
- [2] Ромасевич, П. В. Подготовка квалифицированных специалистов для области IT от компании D-Link / П. В. Ромасевич, Е. А. Ромашкина, Е. В. Смирнова, В. А. Шибанов. — DOI 10.25559/SITITO.2017.4.578 // Современные информационные технологии и ИТ-образование. — 2017. — Т. 13, № 4. — С. 158-164. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30725859> (дата обращения: 19.07.2020). — Рез. англ.
- [3] Построение коммутируемых компьютерных сетей / Е. В. Смирнова, И. В. Баскаков, А. В. Пролетарский, Р. А. Федотов. — 2-е изд. — М: ИНТУИТ, 2016.
- [4] Смирнова, Е. В. Технологии современных беспроводных сетей Wi-Fi / Е. В. Смирнова, А. В. Пролетарский, Е. А. Ромашкина, С. А. Балюк, А. М. Суворов. — М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017.
- [5] Смирнова, Е. В. Технологии TCP/IP в современных компьютерных сетях / Е. В. Смирнова, А. В. Пролетарский, Е. А. Ромашкина. — М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019.
- [6] Захаров, Ф. А. Решения D-Link для современных компьютерных сетей и обучения специалистов в области сетевых технологий / Ф. А. Захаров, П. В. Ромасевич, Е. В. Смирнова. — DOI 10.25559/SITITO.15.201904.894-904 // Современные информационные технологии и ИТ-образование. — 2019. — Т. 15, № 4. — С. 894-904. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43575609> (дата обращения: 19.07.2020). — Рез. англ.
- [7] Morozova, E. V. The Laboratory Stand Simulation for Programming Microprocessor Devices / E. V. Morozova, K. A. Kulikov, S. S. Lazebnikov. — DOI 10.1109/EIConRus.2019.8657118 // 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus). — Saint Petersburg and Moscow, Russia, 2019. — Pp. 125-128. — URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8657118> (дата обращения: 19.07.2020).
- [8] Levinzon, S. V. Use of the modern stand equipment in the educational process in the course "electrical engineering" / S. V. Levinzon, N. V. Tsarkova, D. V. Melnikov. — DOI 10.1109/UPEC.2014.6934714 // 2014 49th International Universities Power Engineering Conference (UPEC). — Cluj-Napoca, Romania, 2014. — Pp. 1-4. — URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6934714> (дата обращения: 19.07.2020).
- [9] Karkulyovskyy, V. Development of Educational Program Stand / V. Karkulyovskyy, I. Motyka, V. Tkachenko. — DOI 10.1109/CADSM.2007.4297559 // 2007 9th International Conference - The Experience of Designing and Applications of CAD Systems in Microelectronics. — Lviv, Ukraine, 2007. — Pp. 305-306. — URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4297559> (дата обращения: 19.07.2020).
- [10] Sherry, L. Issues in Distance Learning / L. Sherry // International Journal of Educational Telecommunications. — 1995. — Vol. 1, issue 4. — Pp. 337-365. — URL: <https://www.learnedtechlib.org/primary/p/8937> (дата обращения: 19.07.2020).
- [11] Андропова, Е. В. Технология смешанного обучения и её роль в повышении качества образования / Е. В. Андропова, Е. В. Кондакова // Информатика и образование. — 2009. — № 8. — С. 112-114. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17771382> (дата обращения: 19.07.2020). — Рез. англ.



- [12] Matusa, R. Improving the teaching of Computer Networks through the incorporation of industry based training courses / R. Matusa, L. Butkus, T. Krilavičius, K. L. Man, H. Liang. — DOI 10.1109/TALE.2013.6654454 // Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE). — Bali, Indonesia, 2013. — Pp. 325-328. — URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6654454> (дата обращения: 19.07.2020).
- [13] Caprolu, M. Edge Computing Perspectives: Architectures, Technologies, and Open Security Issues / M. Caprolu, R. Di Pietro, F. Lombardi, S. Raponi. — DOI 10.1109/EDGE.2019.00035 // 2019 IEEE International Conference on Edge Computing (EDGE). — Milan, Italy, 2019. — Pp. 116-123. — URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8812214> (дата обращения: 19.07.2020).
- [14] Solanki, V. K. Firewalls policies enhancement strategies towards securing network / V. K. Solanki, K. P. Singh, M. Venkatesan, S. Raghuvanshi. — DOI 10.1109/CICT.2013.6558057 // 2013 IEEE Conference on Information & Communication Technologies. — Thuckalay, India, 2013. — Pp. 32-36. — URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6558057> (дата обращения: 19.07.2020).
- [15] Salah, K. Performance Modeling and Analysis of Network Firewalls / K. Salah, K. Elbadawi, R. Boutaba. — DOI 10.1109/TNSM.2011.122011.110151 // IEEE Transactions on Network and Service Management. — 2012. — Vol. 9, issue 1. — Pp. 12-21. — URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6112159> (дата обращения: 19.07.2020).
- [16] Meinel, C. Network Access Layer (3): WAN Technologies / C. Meinel, H. Sack. — DOI 10.1007/978-3-642-35392-5_6 // Internetworking. X.media.publishing. — Springer, Berlin, Heidelberg, 2013. — Pp. 335-454. — URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-35392-5_6 (дата обращения: 19.07.2020).
- [17] Phatak, D. S. The Role of Proactivity in Wireless and Ad Hoc Networks / D. S. Phatak, T. Goff. — DOI 10.1007/978-1-4613-0223-0_13 // Ad Hoc Wireless Networking. Network Theory and Applications; X. Cheng, X. Huang, D. Du (ed.). Springer, Boston, MA. — 2004. — Vol. 14. — Pp. 487-527. — URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4613-0223-0_13 (дата обращения: 19.07.2020).
- [18] Pesch, D. Embedded Wireless Networking: Principles, Protocols, and Standards / D. Pesch, S. Rea, A. Timm-Giel. — DOI 10.1007/978-0-387-46264-6_7 // Ambient Intelligence with Microsystems. Microsystems. Springer, Boston, MA. — 2008. — Vol. 18. — Pp. 157-184. — URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-46264-6_7 (дата обращения: 19.07.2020).
- [19] Akkaya, K. A survey on routing protocols for wireless sensor networks / K. Akkaya, M. Youni. — DOI 10.1016/j.adhoc.2003.09.010 // Ad Hoc Networks. — 2005. — Vol. 3, issue 3. — Pp. 325-349. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2003.09.010> (дата обращения: 19.07.2020).
- [20] Ducatelle, F. Principles and applications of swarm intelligence for adaptive routing in telecommunications networks / F. Ducatelle, G. A. Di Caro, L. M. Gambardella. — DOI 10.1007/s11721-010-0040-x // Swarm Intelligence. — 2010. — Vol. 4, issue 3. — Pp. 173-198. — URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11721-010-0040-x> (дата обращения: 19.07.2020).
- [21] Balakrishnan, H. A comparison of mechanisms for improving TCP performance over wireless links / H. Balakrishnan, V. N. Padmanabhan, S. Seshan, R. H. Katz. — DOI 10.1109/90.650137 // IEEE/ACM Transactions on Networking. — 1997. — Vol. 5, issue 6. — Pp. 756-769. — URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/650137> (дата обращения: 19.07.2020).
- [22] Sohrabi, K. Protocols for self-organization of a wireless sensor network / K. Sohrabi, J. Gao, V. Ailawadhi, G. J. Pottie. — DOI 10.1109/98.878532 // IEEE Personal Communications. — 2000. — Vol. 7, issue 5. — Pp. 16-27. — URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/878532> (дата обращения: 19.07.2020).
- [23] Koehne, B. Remote and alone: coping with being the remote member on the team / B. Koehne, P. C. Shih, J. S. Olson. — DOI 10.1145/2145204.2145393 // Proceedings of the ACM 2012 conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW '12). — Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2012. — Pp. 1257-1266. — URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2145204.2145393> (дата обращения: 19.07.2020).
- [24] Gjestland, G. Assessing the need for training in IT professionals: a research model / G. Gjestland, J. E. Blanton, R. Will, R. Collins. — DOI 10.1145/371209.371238 // Proceedings of the 2001 ACM SIGCPR conference on Computer personnel research (SIGCPR '01). — Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2001. — Pp. 212-214. — URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/371209.371238> (дата обращения: 19.07.2020).
- [25] Hedetniemi, S. M. A survey of gossiping and broadcasting in communication networks / S. M. Hedetniemi, S. T. Hedetniemi, A. L. Liestman. — DOI 10.1002/net.3230180406 // Networks. — 1988. — Vol. 18, issue 4. — Pp. 319-349. — URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/net.3230180406> (дата обращения: 19.07.2020).

*Поступила 19.07.2020; одобрена после рецензирования
23.09.2020; принята к публикации 16.10.2020.*

Об авторах:

Захаров Филипп Алексеевич, консультант по образовательным проектам, ООО «Д-Линк Трейд» (129626, Российская Федерация, г. Москва, Графский переулок, д. 14, к. 1), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6380-8654>, phzakharov@dlink.ru

Ромасевич Павел Владимирович, региональный менеджер компании по Волгоградской, Астраханской областям и республике Калмыкия, ООО «Д-Линк Трейд» (400074, Российская Федерация, г. Волгоград, ул. Баррикадная, д. 1Б); доцент кафедры телекоммуникационных систем, ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет» (400062, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 100), кандидат технических наук, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3206-2260>, promasevich@dlink.ru



Смирнова Елена Викторовна, менеджер по образовательным проектам, ООО «Д-Линк Трейд» (129626, Российская Федерация, г. Москва, Графский переулок, д. 14, к. 1), кандидат технических наук, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7823-0701>, esmirnova@dlink.ru

Шибанов Владимир Александрович, консультант по образовательным проектам, ООО «Д-Линк Трейд» (390043, Российская Федерация, г. Рязань, пр-д Шабулина, д. 16); доцент кафедры систем автоматизированного проектирования вычислительных средств, ФГБОУ «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина» (390005, Российская Федерация, г. Рязань, ул. Гагарина, д. 59/1), кандидат технических наук, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2389-4815>, vshibanov@dlink.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

- [1] Chubukova S.G. The Formation of the Information Society and the Digital Economy in Russia: Directions for the Development of Legislation. *Innovatics and Expert Examination*. 2019; (1):60-70. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.35264/1996-2274-2019-1-60-70>
- [2] Romasevich P.V., Romashkina E.A., Smirnova E.V., Shibanov V.A. Preparation of Qualified Specialists for the Field of IT from D-Link. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie = Modern Information Technologies and IT-Education*. 2017; 13(4):158-164. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.2017.4.578>
- [3] Smirnova E.V., Baskakov I.V., Proletarskiy A.V., Fedotov R.A. *Postroenie kommutiruemyykh komp'yuternyykh setej* [Building of Switched Computer Networks]. 2nd ed. INTUIT, Moscow; 2016. (In Russ.)
- [4] Smirnova E.V., Proletarskiy A.V., Romashkina E.A., Balyuk S.A., Surovov A.M. *Tehnologii sovremennykh besprovodnykh setej Wi-Fi* [Technologies of Modern Wireless Networks Wi-Fi]. BMSTU Publ., Moscow; 2017. (In Russ.)
- [5] Smirnova E.V., Proletarskiy A.V., Romashkina E.A. *Tehnologii TCP/IP v sovremennykh komp'yuternyykh setyah* [TCP/IP Technologies in Modern Computer Networks]. BMSTU Publ., Moscow; 2019. (In Russ.)
- [6] Zakharov P.A., Romasevich P.V., Smirnova E.V., D-Link Solutions for Modern Computer Networks and Specialists Education in the Sphere of Network Technologies. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie = Modern Information Technologies and IT-Education*. 2019; 15(4):894-904. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.15.201904.894-904>
- [7] Morozova E.V., Kulikov K.A., Lazebnikov S.S. The Laboratory Stand Simulation for Programming Microprocessor Devices. In: *2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus)*. Saint Petersburg and Moscow, Russia; 2019. p. 125-128. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1109/EIConRus.2019.8657118>
- [8] Levinzon S.V., Tsarkova N.V., Melnikov D.V. Use of the modern stand equipment in the educational process in the course "electrical engineering". In: *2014 49th International Universities Power Engineering Conference (UPEC)*. Cluj-Napoca, Romania; 2014. p. 1-4. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1109/UPEC.2014.6934714>
- [9] Karkulyovskyy V., Motyka I., Tkachenko V. Development of Educational Program Stand. In: *2007 9th International Conference - The Experience of Designing and Applications of CAD Systems in Microelectronics*. Lviv, Ukraine; 2007. p. 305-306. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1109/CADSM.2007.4297559>
- [10] Sherry L. Issues in Distance Learning. *International Journal of Educational Telecommunications*. 1995; 1(4):337-365. Available at: <https://www.learnlib.org/primary/p/8937> (accessed 19.07.2020). (In Eng.)
- [11] Andropova E.V., Kondakova E.V. Blended Learning Technology and its Role in Improving the Quality of Education. *Informatika i obrazovanie = Informatics and Education*. 2009; (8):112-114. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17771382> (accessed 19.07.2020). (In Russ., abstract in Eng.)
- [12] Matusa R., Butkus L., Krilavičius T., Man K.L., Liang H. Improving the teaching of Computer Networks through the incorporation of industry based training courses. In: *Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)*, Bali, Indonesia; 2013. p. 325-328. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1109/TALE.2013.6654454>
- [13] Caprolu M., Di Pietro R., Lombardi F., Raponi S. Edge Computing Perspectives: Architectures, Technologies, and Open Security Issues. In: *2019 IEEE International Conference on Edge Computing (EDGE)*. Milan, Italy; 2019. p. 116-123. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1109/EDGE.2019.00035>
- [14] Solanki V.K., Singh K.P., Venkatesan M., Raghuvanshi S. Firewalls policies enhancement strategies towards securing network. In: *2013 IEEE Conference on Information & Communication Technologies*. Thuckalay, India; 2013. p. 32-36. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1109/CICT.2013.6558057>
- [15] Salah K., Elbadawi K., Boutaba R. Performance Modeling and Analysis of Network Firewalls. *IEEE Transactions on Network and Service Management*. 2012; 9(1):12-21. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1109/TNSM.2011.122011.110151>
- [16] Meinel C., Sack H. Network Access Layer (3): WAN Technologies. In: *Internetworking. X.media.publishing*. Springer, Berlin, Heidelberg; 2013. p. 335-454. (In Eng.) DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-35392-5_6
- [17] Phatak D.S., Goff T. The Role of Proactivity in Wireless and Ad Hoc Networks. In: Cheng X., Huang X., Du D. (ed.) *Ad Hoc Wireless Networking. Network Theory and Applications*. 2004; 14:487-527. Springer, Boston, MA. (In Eng.) DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0223-0_13
- [18] Pesch D., Rea S., Timm-Giel A. Embedded Wireless Networking: Principles, Protocols, and Standards. In: *Ambient Intelligence with Microsystems. Microsystems*. 2008; 18:157-184. Springer, Boston, MA. (In Eng.) DOI: https://doi.org/10.1007/978-0-387-46264-6_7
- [19] Akkaya K., Younis M. A survey on routing protocols for wireless sensor networks. *Ad Hoc Networks*. 2005; 3(3):325-349. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2003.09.010>



- [20] Ducatelle F., Di Caro G.A., Gambardella L.M. Principles and applications of swarm intelligence for adaptive routing in telecommunications networks. *Swarm Intelligence*. 2010; 4(3):173-198. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1007/s11721-010-0040-x>
- [21] Balakrishnan H., Padmanabhan V.N., Seshan S., Katz R.H. A comparison of mechanisms for improving TCP performance over wireless links. *IEEE/ACM Transactions on Networking*. 1997; 5(6):756-769. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1109/90.650137>
- [22] Sohrabi K., Gao J., Ailawadhi V., Pottie G.J. Protocols for self-organization of a wireless sensor network. *IEEE Personal Communications*. 2000; 7(5):16-27. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1109/98.878532>
- [23] Koehne B., Shih P.C., Olson J.S. Remote and alone: coping with being the remote member on the team. In: *Proceedings of the ACM 2012 conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW '12)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA; 2012. p. 1257-1266. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1145/2145204.2145393>
- [24] Gjestland G., Blanton J.E., Will R., Collins R. Assessing the need for training in IT professionals: a research model. In: *Proceedings of the 2001 ACM SIGCPR conference on Computer personnel research (SIGCPR '01)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA; 2001. p. 212-214. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1145/371209.371238>
- [25] Hedetniemi S.M., Hedetniemi S.T., Liestman A.L. A survey of gossiping and broadcasting in communication networks. *Networks*. 1988; 18(4):319-349. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1002/net.3230180406>

*Submitted 19.07.2020; approved after reviewing 23.09.2020;
accepted for publication 16.10.2020.*

About the authors:

Philip A. Zakharov, Education Project Consultant, D-Link Company (14-1 Grafskij per., Moscow 129626, Russian Federation), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6380-8654>, phzakharov@dlink.ru

Pavel V. Romasevich, Regional Manager of Company on Volgograd, Astrakhan regions and the Republic of Kalmykia, D-Link Company (1B Barrikadnaya St., Volgograd 400074, Russian Federation); Associate Professor of the Department of Telecommunication Systems, Volgograd State University (100 Universitetsky Ave., Volgograd 400062, Russian Federation), Ph.D. (Engineering), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3206-2260>, promasevich@dlink.ru

Elena V. Smirnova, Education Project Manager, D-Link Company (14-1 Grafskij per., Moscow 129626, Russian Federation), Ph.D. (Engineering), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7823-0701>, esmirnova@dlink.ru

Vladimir A. Shibanov, Education Project Consultant, D-Link Company (16 Shabulin's pas., Ryazan 390043, Russian Federation); Associate Professor of the Department of Systems of Automated Design of Computational Tools, Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin (59/1 Gagarin St., Ryazan 390005, Russian Federation), Ph.D. (Engineering), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2389-4815>, vshibanov@dlink.ru

All authors have read and approved the final manuscript.

