

Изучение технологий компьютерных сетей в школе: проблемы и предложения

П. В. Ромасевич^{1,2*}, Е. В. Смирнова³, В. А. Шибанов^{4,5}

¹ ООО «Д-Линк Трейд», г. Волгоград, Российская Федерация

Адрес: 400074, Российская Федерация, г. Волгоград, ул. Баррикадная, д. 1Б

² ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», г. Волгоград, Российская Федерация

Адрес: 400062, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 100

* promasevich@dlink.ru

³ ООО «Д-Линк Трейд», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 129626, Российская Федерация, г. Москва, Графский переулок, д. 14, к. 1

⁴ ООО «Д-Линк Трейд», г. Рязань, Российская Федерация

Адрес: 390043, Российская Федерация, г. Рязань, пр-д Шабулина, д. 16

⁵ ФГБОУ «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», г. Рязань, Российская Федерация

Адрес: 390005, Российская Федерация, г. Рязань, ул. Гагарина, д. 59/1

Аннотация

Технологии компьютерных сетей являются важной частью обеспечения процесса обмена информацией. В существующих базовых учебниках информатики 7-11 класса этой теме уделено недостаточное внимание. Основной фокус в создаваемых специализированных IT-классах делается на программировании. Важность изучения сетевых технологий показала пандемия. Удаленная учеба и работа потребовали организации удаленного доступа к образовательным ресурсам и рабочим местам. Не все категории граждан смогли справиться с данной задачей. В состав Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» входят проекты «Информационная инфраструктура», «Информационная безопасность», «Цифровые технологии», связанные с разработкой и обслуживанием современной безопасной сетевой инфраструктуры. Современные сервисы не могут работать без надежной сетевой инфраструктуры, поэтому важность изучения технологий ее создания и обслуживания очевидна. Не менее важна тема подготовки отечественных разработчиков программного обеспечения для телекоммуникационного оборудования. Поэтому надо уделить внимание предпрофессиональной подготовке школьников в этой области. К разработке учебных материалов школьной программы по информатике стоит привлекать профессионалов из разных областей информационных технологий, что позволит сделать знания и навыки школьников востребованными в будущем. За два десятилетия работы в России компания D-Link накопила значительный методический опыт обучения IT-специалистов в различных сегментах экономики, в учреждениях медицины, образования и культуры, что позволило создать актуальные образовательные ресурсы, отвечающие современным трендам. Представленный в статье курс для школ является органичной вводной частью комплексного образовательного продукта D-Link, который используется рядом высших учебных заведений для изучения современных сетевых технологий.

Ключевые слова: национальная программа «Цифровая экономика», федеральный проект «Кадры для цифровой экономики», дистанционное обучение, пандемия, информатика, Росатом, IT-классы, наполнение школьных учебников, введение в технологии компьютерных сетей, Linux, микропроцессорные системы, учебный лабораторный стенд

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Ромасевич П. В., Смирнова Е. В., Шибанов В. А. Изучение технологий компьютерных сетей в школе: проблемы и предложения // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2021. Т. 17, № 4. С. 1047-1055. doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.17.202104.1047-1055>

© Ромасевич П. В., Смирнова Е. В., Шибанов В. А., 2021



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



Studying Computer Networking Technologies in School: Problems and Suggestions

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

^a D-Link Company, Volgograd, Russian Federation

Address: 1B Barrikadnaya St., Volgograd 400074, Russian Federation

^b Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Address: 100 Universitetsky Ave., Volgograd 400062, Russian Federation

* promasevich@dlink.ru

^c D-Link Company, Moscow, Russian Federation

Address: 14-1 Grafskij per., Moscow 129626, Russian Federation

^d D-Link Company, Ryazan, Russian Federation

Address: 16 Shabulin's pas., Ryazan 390043, Russian Federation

^e Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Ryazan, Russian Federation

Address: 59/1 Gagarin St., Ryazan 390005, Russian Federation

Abstract

Computer networking technologies are an important part of the information exchange process. In the existing basic textbooks of computer science in grades 7-11, insufficient attention is paid to this topic. The main focus in the created specialized IT classes is on programming. The pandemic has shown the importance of studying networking technologies. Remote study and work required the organization of remote access to educational resources and workplaces. Not all categories of citizens were able to cope with this task. The National Program "Digital Economy of the Russian Federation" includes the projects "Information Infrastructure", "Information Security", "Digital Technologies" related to the development and maintenance of modern secure network infrastructure. Modern services cannot work without a reliable network infrastructure, so the importance of studying the technologies for its creation and maintenance is obvious. The topic of education of domestic software developers for telecommunications equipment is no less important. Therefore, it is necessary to pay attention to the pre-professional education of schoolchildren in this area. It is worth involving professionals from various fields of information technology in the development of educational materials for the school curriculum in computer science, which will make the knowledge and skills of schoolchildren in demand in the future. Over two decades of work in Russia, D-Link has accumulated significant methodological experience in training IT specialists in various segments of the economy, in medical, educational and cultural institutions, which has made it possible to create relevant educational resources that meet modern trends. The course for schools presented in the article is an organic introduction to the comprehensive educational product D-Link, which is used by a number of higher educational institutions to study modern network technologies.

Keywords: National program "Digital Economy", Federal project "Human Resources for the Digital Economy", distance learning, pandemic, informatics, Rosatom, IT classes, filling school textbooks, introduction to computer networking technologies, Linux, microprocessor systems, educational laboratory stand

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Romasevich P.V., Smirnova E.V., Shibano V.A. Studying Computer Networking Technologies in School: Problems and Suggestions. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie = Modern Information Technologies and IT-Education*. 2021; 17(4):1047-1055. doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.17.202104.1047-1055>



Введение

Новые экономические и технологические условия требуют создания и реализации подходов по содействию гражданам в освоении ключевых компетенций цифровой экономики, обеспечении массовой цифровой грамотности. Основной целью федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» является обеспечение подготовки высококвалифицированных кадров для цифровой экономики¹. Предполагается, что эта подготовка начнется со школы.

В сложившихся условиях пандемии и реалий дистанционного обучения система образования всех уровней столкнулась с проблемой отсутствия у преподавателей и родителей школьников цифровых навыков, требуемых для организации обучения в домашних условиях. Еще одна проблема была связана с доступностью электронных образовательных ресурсов, таких как МЭШ. Разработчики не учли возможность одновременного доступа к ресурсам большого количества пользователей.

Современный мир трудно представить без телекоммуникаций и, в частности, компьютерных сетей. Поэтому важность изучения технологий компьютерных сетей и связанных с этим вопросов культуры поведения в сети, оценки получаемой из неё информации и безопасности личной информации, разработки и использования сетевых сервисов и платформ очевидна.

Не менее важна подготовка отечественных разработчиков телекоммуникационных устройств, что необходимо для информационной безопасности страны. Начинать подготовку таких специалистов необходимо со школы.

Проблемы изучения компьютерных сетей в рамках школьного предмета «Информатика и ИКТ»

Авторы изучили, как тема компьютерных сетей представлена в учебниках для учеников средней и старшей школы. В большинстве школ изучение предмета начинается с 7 класса.

Сетевые технологии служат основным способом обмена ин-

формацией, однако этот материал в учебниках для 7-9 классов представлен поверхностно². Школьники 12-13 лет уже активно пользуются сетевыми технологиями: создают VPN-туннели, сервера на домашних компьютерах, открывают к этим серверам доступ извне, подключают устройства к сети Wi-Fi. Они пользуются социальными сетями, ведут блоги, организуют онлайн-трансляции. При этом дети изучают материал самостоятельно и поэтому бессистемно. В учебниках углубленного уровня для 10 и 11 классов информация представлена шире, но имеются спорные трактовки³. В большинстве школ страны изучение предмета ввиду нехватки кадров ведется на базовом уровне, поэтому у школьников не могут сформироваться знания и умения, позволяющие создавать несложные локальные сети, подключать их в Интернет, обнаруживать сетевые неисправности, выбирать оборудование, понимать, какие действия приведут к угрозам безопасности.

Основные недостатки учебников следующие:

1. Приведена устаревшая или вводящая в заблуждение информация, имеется несогласованность определений.
2. Отсутствует объяснение процесса передачи данных между взаимодействующими узлами и что влияет на её скорость.
3. Нет примеров реальных практических задач, позволяющих выбрать способ объединения устройств в локальную сеть, изучить настройку компьютеров и сетевых устройств, проверить работоспособность сети.
4. Не приведен обзор современных сетевых технологий, что позволило бы решать, например, такие, по сути бытовые и повседневные задачи, как выбор тарифа на подключение в Интернет, выбор сетевых устройств для создания сети (школьной или домашней).
5. Вопросы кибербезопасности отделены от рассмотрения процесса передачи информации.

¹ Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» [Электронный ресурс] // Собрание законодательства РФ. 15.05.2017 г. № 20. С. 9079–9080. URL: <https://www.szrf.ru/szrf/doc.php?nb=100&iissid=1002017020000&docid=2> (дата обращения: 19.08.2021); Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс] // Собрание законодательства РФ. 14.05.2018 г. № 20. С. 10171–10181. URL: <https://www.szrf.ru/szrf/doc.php?nb=100&iissid=1002018020000&docid=4> (дата обращения: 19.08.2021); Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации»: утв. протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. № 7. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_328854 (дата обращения: 19.08.2021).

² Босова Л. Л., Босова А. Ю. Информатика. 7 класс. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020.
Босова Л. Л., Босова А. Ю. Информатика 8 класс. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020.
Босова Л. Л., Босова А. Ю. Информатика 9 класс. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019.
Босова Л. Л., Босова А. Ю. Информатика 10 класс. Базовый уровень. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019.
Босова Л. Л., Босова А. Ю. Информатика 11 класс. Базовый уровень. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019.
Поляков К. Ю., Еремин Е. А. Информатика (в 2 частях). 7 класс. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020.
Поляков К. Ю., Еремин Е. А. Информатика. 8 класс. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020.
Поляков К. Ю., Еремин Е. А. Информатика. 9 класс. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019.
Семакин И. Г., Залогова Л. А., Русаков С. В., Шестакова Л. В. Информатика. 7 класс. М.: «БИНОМ. Лаборатория знаний», 2019.
Семакин И. Г., Залогова Л. А., Русаков С. В., Шестакова Л. В. Информатика. 8 класс. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2018.
Семакин И. Г., Залогова Л. А., Русаков С. В., Шестакова Л. В. Информатика. 9 класс. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019.
Кушниренко А. Г., Леонов А. Г., Зайдельман Я. Н., Тарасова В. В. Информатика. 7 класс. М.: ДРОФА, 2020.
Кушниренко А. Г., Леонов А. Г., Зайдельман Я. Н., Тарасова В. В. Информатика. 8 класс. М.: ДРОФА, 2020.
Кушниренко А. Г., Леонов А. Г., Зайдельман Я. Н., Тарасова В. В. Информатика. 9 класс. М.: ДРОФА, 2020.

³ Поляков К. Ю., Еремин Е. А. Информатика. 10 класс. Углубленный уровень: учебник в 2 ч. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019.
Поляков К. Ю., Еремин Е. А. Информатика. 11 класс. Углубленный уровень: учебник в 2 ч. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019.



Наполнение учебников по информатике с учетом требований к современной сетевой инфраструктуре и безопасности

В состав Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» входят следующие федеральные проекты:

- «Нормативное регулирование цифровой среды»;
- «Кадры для цифровой экономики»;
- «Информационная инфраструктура»;
- «Информационная безопасность»;
- «Цифровые технологии»;
- «Цифровое государственное управление».

Проект «Информационная инфраструктура» связан с разработкой сетей связи, проект «Информационная безопасность» с обеспечением безопасности сетей связи. В проект «Цифровые технологии» включены промышленный интернет, технологии беспроводной связи.

Выделение в отдельные федеральные проекты данных направлений показывает, что тема телекоммуникаций и компьютерных сетей является принципиально важной и требует надлежащего освещения уже в школьной программе. Это позволит школьникам, планирующие связать свою профессиональную деятельность с ИТ, помочь определиться со своими предпочтениями будущей профессиональной деятельности – сетевое или системное администрирование, разработка сетей, защита информации, создание сетевых сервисов, программного обеспечения сетевых устройств.

Информация о технологиях компьютерных сетях в школьном предмете должна:

1. давать комплексное представление о передаче данных, сетевых устройствах и технологиях, подходах к проектированию сетей, кибербезопасности, сетевых сервисах, культуре поведения в сетях;
2. иметь не только теоретическую, но и практическую направленность;
3. позволять в будущем находить актуальную информацию о современных телекоммуникационных технологиях и оборудовании.

В этой связи, к разработке учебных материалов школьной программы целесообразно привлекать сотрудников ИТ-индустрии, имеющих опыт работы с ИКТ. Важную роль в процессе ИТ-образования, в том числе школьного, играют программы обучения производителей телекоммуникационного оборудования [1-6]. Вместе с поставками оборудования в различные сегменты экономики и сферы жизнедеятельности компания D-Link проводила обучение и переподготовку соответствующего ИТ-персонала. Эта деятельность позволила накопить значительный методический опыт и говорит в пользу практической адекватности учебных материалов D-Link. Они могут использоваться для подготовки и повышения квалификации преподавателей информатики, реализации программ дополнительного обучения школьников.

Обзор курса «Введение в технологии компьютерных сетей» для специализированных ИТ-классов и программ дополнительного образования

На территории России компания D-Link занимается разработкой и производством оборудования с 2007 года. В Рязани расположен производственно-логистический центр компании. В 2021 году было открыто совместное предприятие D-Link и Росатома, которое выпускает телекоммуникационное оборудование под торговой маркой «Т-Ком».



Р и с. 1. Коммутатор Т-Ком ТДК-361-48/6-М⁴

Fig. 1. Commutator T-Com ТДК-361-48/6-М

Для подготовки квалифицированных специалистов по сетевым технологиям, компания создала и развивает оригинальные программы обучения [7, 8] в рамках комплексного образовательного продукта.

Понимая важность изучения технологий компьютерных сетей в рамках школьной программы, компания предлагает курс «Введение в технологии компьютерных сетей», являющимся вводным для курсов компании D-Link, уже используемых на профильных кафедрах в высших учебных заведениях страны. В нём рассматриваются современные международные стандарты и технологии, используемые на территории России, приводятся общепринятые в отрасли термины и определения. Приведем краткое описание курса. Он состоит из теоретической части и лабораторных работ.

Теоретическая часть включает 19 разделов, вопросы и задания после каждого раздела, обширный глоссарий, множество иллюстраций.

Глава 1 «Базовые понятия сетевых технологий» включает обзор существующих сетей и сетевых сервисов.

Глава 2 «Модели сетевого взаимодействия» рассматривает сетевые модели, определяющие общие принципы работы сетевых протоколов и способы их взаимодействия друг с другом для осуществления передачи данных по сети. Дается краткий обзор широко используемых сетевых протоколов.

Глава 3 «Основы адресации» знакомит с адресами, используемыми в сетях, для каких целей эти адреса предназначены и как осуществляется передача данных с использованием этих адресов.

Глава 4 «Сетевое оборудование» знакомит с современным сетевым оборудованием и методами его настройки.

⁴ Коммутаторы ядра : ТДК-361-48/6-М [Электронный ресурс] // Т-КОМ, 2021. URL: https://t-kom.tvel.ru/products/com_core/?ELEMENT_ID=9237 (дата обращения: 19.08.2021).



Глава 5 «Топологии компьютерных сетей» описывает топологии сетей, их достоинства и недостатки.

В главе 6 «Общие принципы сетевого дизайна» рассматриваются общие принципы сетевого дизайна и трехуровневая иерархическая модели сети.

Глава 7 «Основы передачи данных» описывает процесс передачи сигналов через физическую среду передачи, способы подключения к сети, типы сред передачи, компоненты физического уровня модели OSI, основные характеристики канала связи, методы совместного использования среды передачи канала связи, вводятся понятия управления потоком и качества обслуживания, описывается метод коммутации пакетов.

Глава 8 «Канальный уровень» описывает функции, протоколы, адресацию канального уровня модели OSI, оборудование, работающее на этом уровне [9].

Глава 9 «Локальные сети Ethernet» описывает самую распространенную на сегодняшний день технологию локальных сетей, объясняется, что такое коммутируемая сеть Ethernet, приводятся краткие сведения о работе и функциях коммутаторов, рассматривается физический уровень Ethernet, который определяет различные скорости передачи сигналов и типы среды передачи.

Глава 10 «Кабели для компьютерных сетей» посвящена изучению различных типов кабелей, используемых для построения сетей Ethernet. Описывается процесс прокладки кабелей, технология, позволяющая строить локальные сети с использованием электропроводки, рассказывается о сменных интерфейсных модулях и медиаконвертерах.

Глава 11 «Введение в беспроводные сети» дает краткий обзор типов беспроводных сетей, описывается беспроводная среда передачи и распространение сигналов в ней.

Глава 12 «Беспроводные сети Wi-Fi» посвящена описанию технологий, принципов работы, обеспечению безопасности беспроводных сетей Wi-Fi. Рассматриваются вопросы размещения беспроводного оборудования, использования радиочастотного спектра, выбора радиочастотного диапазона и канала⁵.

Глава 13 «Протокол IP» описывает основной протокол межсетевого взаимодействия. Рассматриваются две версии протокола IPv4 и IPv6, подробно рассмотрены вопросы адресации узлов, разбиения сетей на подсети, методы, используемые для решения проблемы исчерпания адресов IPv4.

Глава 14 «Протоколы разрешения адресов» описывает механизм трансляции адресов канального и сетевого уровня модели OSI, необходимый для передачи данных между взаимодействующими узлами [10].

Глава 15 «Протоколы глобальной сети» описывает способы физического подключения локальных сетей к сетям провайдеров и методы доступа в Интернет. Рассматривается протокол PPP и протоколы PPPoE, PPPTR, L2TP, основанные на нём [11].

Глава 16 «Понятие маршрутизации» посвящена вопросам определения пути между взаимодействующими устройствами. Изучается таблица маршрутизации, алгоритмы маршрутизации.

Глава 17 «Транспортный уровень» описывает два основных протокола транспортного уровня TCP и UDP, адресацию транспортного уровня⁶.

Глава 18 «Основы компьютерной безопасности» посвящена обзору киберугроз и методам обеспечения безопасности в компьютерных сетях.

Глава 19 «Поиск неисправностей в сетях TCP/IP» описывает методику поиска неисправностей в сетях, анализ неисправностей и утилиты для настройки, администрирования и диагностики, которые можно использовать для устранения проблем TCP/IP [12].

Состав лабораторных работ следующий:

- Лабораторная работа № 1. Изучение утилит ping и tracert
- Лабораторная работа № 2. Изучение Web-интерфейса маршрутизатора
- Лабораторная работа № 3. Разработка топологии сети
- Лабораторная работа № 4. Тестирование скорости соединения с Интернетом
- Лабораторная работа № 5. Установка драйвера для беспроводного адаптера
- Лабораторная работа № 6. Изучение структуры кадра Ethernet с помощью Wireshark
- Лабораторная работа № 7. Обжим неэкранированной витой пары
- Лабораторная работа № 8. Построение одноранговой сети Ethernet
- Лабораторная работа № 9. План прокладки кабеля сети небольшого предприятия
- Лабораторная работа № 10. Создание беспроводной сети
- 10.1 Настройка беспроводной сети
- 10.2 Настройка общего доступа к файловому хранилищу с помощью сервера Samba
- 10.3 Настройка принт-сервера на маршрутизаторе
- Лабораторная работа № 11. Адресация сетевого уровня. IP-адреса
- Лабораторная работа № 12. Изучение протокола разрешения адресов
- Лабораторная работа № 13. Подключение к сети провайдера с использованием метода доступа PPPoE
- 13.1 Настройка PPPoE-соединения между рабочими станциями и сервером
- 13.2 Настройка маршрутизатора в качестве PPPoE клиента
- 13.3 Настройка маршрутизатора в качестве прозрачного моста для передачи PPPoE-трафика
- Лабораторная работа № 14. Изучение межсетевого взаимодействия и настройка доступа к локальному FTP серверу из внешней сети
- 14.1 Изучение межсетевого взаимодействия при использовании маршрутизатора
- 14.2 Настройка доступа к локальному FTP-серверу из внешней сети
- Лабораторная работа № 15. Изучение протоколов TCP и UDP

⁵ 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, 2016. 448 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29831337> (дата обращения: 19.08.2021).

⁶ 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. 550 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47356321> (дата обращения: 19.08.2021).



15.1 Изучение протокола UDP

15.2 Изучение протокола TCP

- Лабораторная работа № 16. Настройка фильтрации трафика по IP-адресам
- Лабораторная работа № 17. Защита от DoS-атак на маршрутизаторе
- Лабораторная работа № 18. Защищенное соединение SSL/TLS на сайте
- Лабораторная работа № 19. Итоговая лабораторная работа

Лабораторные работы выполняются на реальном оборудовании и поддерживают все темы, изучаемые в теоретической части курса [13].

Комплекс курсов для обучения разработки программного обеспечения встраиваемых систем

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 встраиваемых систем и сетевых устройств у выпускников учебных заведений. Одним из направлений разработки встраиваемых систем, которое сейчас активно развивается, является Интернет вещей, в том числе Промышленный интернет вещей. Разработка подобных систем требует от программиста специальных знаний и навыков. Мы считаем, что часть этих знаний имеет смысл давать еще в старших классах школы на уроках Информатики для профильных классов.

Программное обеспечение встраиваемых систем должно работать в условиях сильно ограниченных ресурсов. Встраиваемые 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 [14-21].

Значительная часть производимых промышленностью встраиваемых систем, в том числе сетевых устройств, производимых компанией D-Link, представляют собой, по сути, специализированные компьютеры, функционирующие под управлением операционной системы Linux. Компанией D-Link разработан дистанционный учебный курс «Использование Linux при программировании». Целью данного курса являются 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. Материалы данного курса успешно прошли апробацию при проведении факультативных занятий со школьниками ряда школ г. Рязани.

Также компанией разработаны курсы «Введение во встраиваемые системы. Часть 1. Использование Linux и микропроцессорные системы» и «Введение во встраиваемые системы. Часть 2. Программирование встраиваемых систем на основе Linux». Они предназначены для специалистов предприятий, занима-

ющихся 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. Мы считаем, что материалы первого из указанных курсов также могут использоваться для занятий со школьниками в профильных классах с углубленным изучением математики, физики, информатики. Рассмотрим подробнее содержание курса «Введение во встраиваемые системы. Часть 1. Использование Linux и микропроцессорные системы».

Теоретическая часть курса включает две главы.

Глава 1 «Основы работы с ОС Linux и базовым программным обеспечением» посвящена основам работы на уровне пользователя с операционной системой Linux и рядом утилит, используемых при программировании.

Глава 2 «Микроконтроллеры и микропроцессоры» посвящена основам цифровой электроники и устройству микропроцессоров и микроконтроллеров.

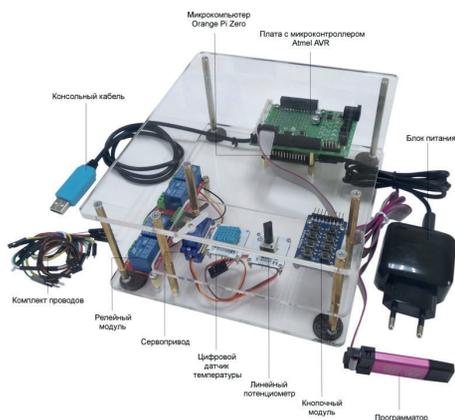
Состав лабораторных работ следующий:

- Лабораторная работа 1. Знакомство с учебным стендом DTK-1
- Лабораторная работа 2. Основные команды Linux
- Лабораторная работа 3. Командные файлы и язык Shell
- Лабораторная работа 4. Компилятор GCC. Утилита Make
- Лабораторная работа 5. Использование интерфейса GPIO. Часть 1
- Лабораторная работа 6. Использование интерфейса GPIO. Часть 2
- Лабораторная работа 7. Аналогово-цифровые преобразователи. Широко-импульсная модуляция
- Лабораторная работа 8. Последовательный интерфейс UART. Особенности настройки и программирования
- Лабораторная работа 9. Последовательный интерфейс I2C. Обработка информации от датчиков
- Лабораторная работа 10. Программирование арифметических и логических операций на языке Assembler

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-1⁷
Fig. 2. DTK-1 training laboratory stand

Используя лабораторных стенд, обучающийся может получить навыки работы с различными датчиками, аналогово-цифровыми преобразователями, интерфейсом GPIO, кнопками, реле, интерфейсами UART и I2C, а также навыки разработки программ на языках C и Assembler.

Большинство предлагаемых на рынке стендов или конструкторов на базе микроконтроллеров, являются готовыми продуктами, предназначенными для решения конкретной узкоспециализированной задачи [22-24]. 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.

Стенд является удобным средством обучения разработке систем Интернета вещей, в частности умного дома. На базе стен-

да можно создать устройство, управляемое через Web-интерфейс и обеспечивающее передачу данных по беспроводной сети Wi-Fi. Обучающийся самостоятельно сможет разработать Вебинтерфейс, 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 [25].

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 РФ 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>.

References

- [1] 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)*. IEEE Computer Society, Bali, Indonesia; 2013. p. 325-328. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.1109/TALE.2013.6654454>
- [2] 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)*. IEEE Computer Society, Milan, Italy; 2019. p. 116-123. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.1109/EDGE.2019.00035>
- [3] 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*. IEEE Computer Society, Thuckalay, India; 2013. p. 32-36. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.1109/CICT.2013.6558057>
- [4] 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>
- [5] 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
- [6] Phatak D.S., Goff T. The Role of Proactivity in Wireless and Ad Hoc Networks. In: Cheng X., Huang X., Du D. (eds.) *Ad Hoc Wireless Networking. Network Theory and Applications*. Vol. 14. Springer, Boston, MA; 2004. p. 487-527. (In Eng.) doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0223-0_13

⁷ Учебный стенд DTK-1 [Электронный ресурс] // D-Link, 2021. URL: <https://www.dlink.ru/stand.html> (дата обращения: 19.08.2021).



- [7] Zakharov P.A., Romasevich P.V., Smirnova E.V., Shibanov 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. (In Russ., abstract in Eng.) doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.16.202003.776-787>
- [8] 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>
- [9] 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
- [10] 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>
- [11] 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>
- [12] 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>
- [13] 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>
- [14] Sherry L. Issues in Distance Learning. *International Journal of Educational Telecommunications*. 1995; 1(4):337-365. Available at: <https://www.learntechlib.org/primary/p/8937> (accessed 19.08.2021). (In Eng.)
- [15] Buffum P.S., Lobene E.V., Frankosky M.H., Boyer K.E., Wiebe E.N., Lester J.C. A Practical Guide to Developing and Validating Computer Science Knowledge Assessments with Application to Middle School. *Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '15)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA; 2015. p. 622-627. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.1145/2676723.2677295>
- [16] Grover S., Pea R., Cooper S. Remedying misperceptions of computer science among middle school students. *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education (SIGCSE '14)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA; 2014. p. 343-348. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.1145/2538862.2538934>
- [17] 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>
- [18] 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>
- [19] 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>
- [20] Deissler C.H., Ding L., Neumann K.L. et al. Professional Learning Networks to Support School Librarians' Development of Instructional Technology Expertise. *TechTrends*. 2015; 59(1):27-40. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.1007/s11528-015-0850-1>
- [21] Dafalla Z.I., Balaji R.D. Enhancing the Understanding of Computer Networking Courses through Software Tools. arXiv:1504.02093. 2015. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1504.02093>
- [22] 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)*. IEEE Computer Society, Saint Petersburg and Moscow, Russia; 2019. p. 125-128. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.1109/EIConRus.2019.8657118>
- [23] 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)*. IEEE Computer Society, Cluj-Napoca, Romania; 2014. p. 1-4. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.1109/UPEC.2014.6934714>
- [24] 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*. IEEE Computer Society, Lviv, Ukraine; 2007. p. 305-306. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.1109/CADSM.2007.4297559>
- [25] Hollman A.K., Hollman T.J., Shimerdla F., Bice M.R., Adkins M. Information technology pathways in education: Interventions with middle school students. *Computers & Education*. 2019; 135:49-60. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.019>

Поступила 19.08.2021; одобрена после рецензирования 14.10.2021; принята к публикации 05.11.2021.

Submitted 19.08.2021; approved after reviewing 14.10.2021; accepted for publication 05.11.2021.



Об авторах:

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: <https://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: <https://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: <https://orcid.org/0000-0002-2389-4815>**, vshibanov@dlink.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the authors:

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), Cand.Sci. (Eng.), **ORCID: <https://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), Cand.Sci. (Eng.), **ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7823-0701>**, esmirnova@dlink.ru

Vladimir A. Shibанov, 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), Cand.Sci. (Eng.), **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2389-4815>**, vshibanov@dlink.ru

All authors have read and approved the final manuscript.

