

## ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ КОМПОНЕНТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

© 2025 Е.М. Тарасов, С.А. Надежкина, В.А. Надежкин

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 12.01.2025

Работа посвящена вопросам своевременности передачи содержательных данных о наличии нештатных сбоев в функционировании компонент железнодорожной инфраструктуры с оконечной точки на контрольный диагностический пункт. Авторами обращено детальное внимание на процесс автоматизации настройки сетевых устройств и оптимизации транспортировки содержательных данных для быстрого реагирования о выходе из строя эксплуатируемого объекта железнодорожной инфраструктуры. Для решения проблемы ограниченности полосы пропускания поступающей диагностической информации необходимо сформировать определенную топологию сети передачи содержательных данных на основе технологии виртуальных локальных сетей. По результатам проведенного исследования создана многоуровневая архитектура сети с учетом разделения потока данных благодаря технологии виртуальных локальных сетей, что в значительной степени обеспечивает высокий показатель работоспособности и достоверности транспортировки информации. Разработанная модель передачи содержательных данных, основанная на производстве автоматической конфигурации транкового режима, существенно увеличивает уровень эффективности передачи информации. Также, как отмечено авторами, автоматизация настройки сетевых устройств позволяет упростить процесс конфигурирования сетевой структуры, а также в должной мере повысить ее гибкость. Таким образом, применение транкового режима при построении и конфигурации сетевой архитектуры позволяет оптимизировать имеющиеся сетевые ресурсы, а также увеличить скорость доставки достоверных данных о состоянии компонент железнодорожной инфраструктуры в условиях высокой нагрузки на информационно-диагностический канал связи и ограниченного показателя пропускной способности для оперативного реагирования на возможные внештатные обстоятельства. Сформированная модель транспортировки содержательных данных позволяет в условиях реального времени проводить своевременный мониторинг для управления без перебоев железнодорожной инфраструктурой.

*Ключевые слова:* пакетная коммутация, конфигурация коммутаторов, протокол STP, Cisco Packet Tracer, eNSP, телекоммуникационные системы, компьютерные сети, методы кодирования, информационные технологии, обмен данными, локальные сети, коммутаторы, маршрутизаторы, уровень передачи данных, интерфейс, транковый режим, топология сети, MAC-адрес, концентраторы, вычислительные сети.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-2-139-145

EDN: HZZQVX

## ВВЕДЕНИЕ

Вычислительные сети, или так называемые сети передачи данных, представляют собой мощный способ распределения содержательной информации о состоянии железнодорожной инфраструктуры, охватывающий широкий спектр задач, начиная от управления перевозочным процессом, заканчивая обработкой диагностических показателей для непрерывного процесса функционирования объектов железнодорожной инфраструктуры [1]. Информационные технологии подразумевают под собой группу компьютеров, взаимодействующих в выполнении задач и обмене содержательными данными для своевременной и бесперебойной работы элементов железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) [2,3]. Кроме того, компьютерные сети могут использоваться для передачи данных на длинные расстояния с использованием методов кодирования и мультиплексирования, как в телекоммуникационных системах.

В связи высоким ростом объема передаваемой информации от элементов железнодорожной инфраструктуры до оконечного пункта, современные системы в полной мере не способны непрерывно без перебоев обрабатывать пришедшие диагностические данные в силу ограниченности ресурсов [4]. Именно поэтому для оперативного управления содержательной информацией между объ-

*Тарасов Евгений Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте». E-mail: ats@samgups.ru*

*Надежкина Снежана Андреевна, преподаватель кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте». E-mail: s.nadejkina@samgups.ru*

*Надежкин Вадим Александрович, преподаватель кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте». E-mail: v.nadezhkin@samgups.ru*

ектами железнодорожной инфраструктуры необходимо учитывать особенности взаимодействия напольных устройств [5]. Так, для снижения уровня избыточности ресурсов и, соответственно, упрощения и повышения эффективности отправки данных для своевременности принятия технологических решений существуют локальные и глобальные сети.

Далее в работе речь пойдет о локальных сетях в связи с актуальностью их использования в рамках функционирования железнодорожной инфраструктуры. В связи с этим, локальные сети (ЛВС) позволяют охватывать небольшие географические зоны и оптимально без особых потерь и с минимальным уровнем ошибок транспортировать содержательные данные из одной точки в другую [6]. Основные устройства, относящиеся к ЛВС, отображены в таблице 1.

**Таблица 1.** Базовые функции устройств локальной сети

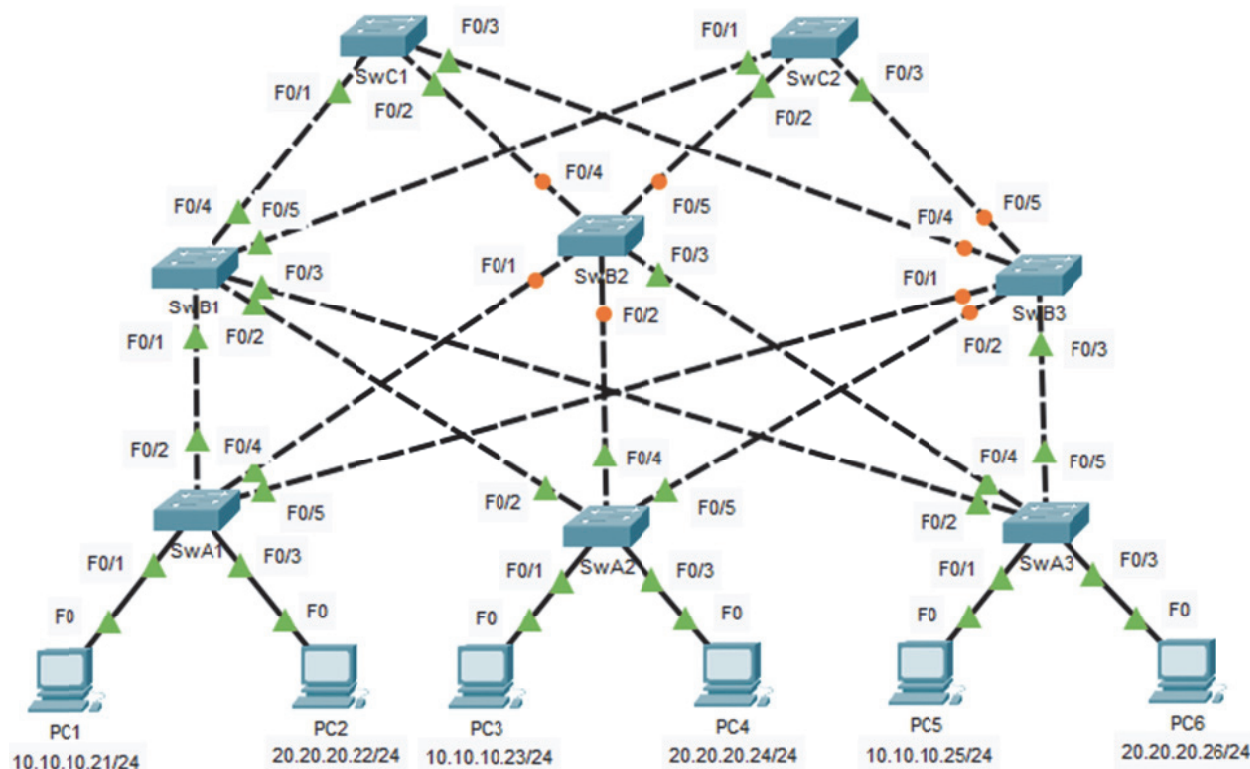
Устройства ЛВС	Их основные функции
Маршрутизаторы	Позволяют осуществить организацию взаимодействия сетей
Коммутаторы	Обеспечивают сегментам сети выделенную полосу пропускания
Концентраторы	Используют витую пару в качестве сети передачи содержательных данных
Мосты	Позволяют фильтровать сетевой трафик

Целью работы является изучение моделирования работы протокола связующего дерева и анализ конфигурации Spanning Tree Protocol (STP).

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование проводится на объекте конфигурирования протокола STP в сетях пакетной коммутации для своевременного определения состояния компонент железнодорожной инфраструктуры. Получение навыков по работе с базовыми командами для диагностики STP на программном оборудовании CISCO.

Первым этапом производится создание сети и настройка основных параметров устройств. Конфигурирование протокола STP проведено на примере сети трехуровневой топологии. В программе Cisco Packet Tracer построим схему рисунок 1.



**Рис. 1.** Схема сети трехуровневой топологии в Packet Tracer

Схема построена на основе 8-ми коммутаторов Cisco 2960 с операционной системой Cisco IOS 15.0 и шести персональных компьютеров. Проведена конфигурация IP-адресов всех использующихся ПК.

После проведенных этапов осуществляется настройка основных параметров каждого коммутатора [7]. Следовательно, производится процесс присваивания имен устройствам в соответствии выбранной топологией.

На всех «коммутаторах в сети проводим процесс настройки двух виртуальных локальных сетей VLAN 10 и VLAN 20» [8]. На интерфейсах F0/1 и F0/3 коммутаторов SwA1, SwA2 и SwA3 устанавливается режим доступа и назначаются порты в VLAN 10 и VLAN 20. Необходимо это вследствие актуальности разграничения потока поступающей содержательной диагностической информации о состоянии компонент железнодорожной инфраструктуры, т.к. с каждым годом объем поступающих данных о наличии имеющихся сбоев в эксплуатируемой аппаратуре постепенно возрастает, и необходимым в связи с этим становится разделение чрезмерно нагруженных телекоммуникационных каналов [9]. Это в свою очередь, позволяет снизить нагрузку на сеть, повысить скорость и достоверность транспортируемых содержательных данных о состоянии оконечного устройства, а также увеличить скорость реакции на возникающие нештатные обстоятельства.

```
SwA1>enable
SwA1#Conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SwA1(config)#vlan 10
SwA1(config-vlan)#vlan 20
SwA1(config-vlan)#
```

**Рис. 2.** Этап установления режима доступа и назначения порта в виртуальной локальной сети

Процесс реализации настройки режима доступа на порте коммутатора SwA1 представлена на рисунке 3.

```
SwA1(config)#interface f0/1
SwA1(config-if)#sw
SwA1(config-if)#switchport mode ac
SwA1(config-if)#switchport mode access
SwA1(config-if)#sw
SwA1(config-if)#switchport a
SwA1(config-if)#switchport access vlan 10
SwA1(config-if)#exit
SwA1(config)#int
SwA1(config)#interface f
SwA1(config)#interface fastEthernet 0/3
SwA1(config-if)#sw
SwA1(config-if)#switchport mode ac
SwA1(config-if)#switchport mode access
SwA1(config-if)#sw
SwA1(config-if)#switchport a
SwA1(config-if)#switchport access vlan 20
```

**Рис. 3.** Осуществление настройки режима доступа на порте настраиваемого коммутатора

После проведенных этапов для оперативной передачи содержательных данных с одной оконечной точки на контрольный пункт с нескольких виртуальных локальных сетей через один ограниченный физический интерфейс с целью упрощения управления имеющимися сетевыми ресурсами, а также увеличения показателя эффективности применения выделенной полосы пропускания, необходимо применить транковый режим, являющийся инструментом упрощения выстроенной архитектуры сети и повышения ее производительности [10,11].

Так, произведенные команды позволили создать более гибкую и масштабируемую сетевую инфраструктуру для оперативной отправки содержательных данных на оконечные пункты и получения своевременной информации о состоянии аппаратуры.

Поскольку устройства Cisco используют протокол DTP, который поддерживает режим Switchport mode dynamic auto на всех интерфейсах Ethernet по умолчанию, при изменении соседнего интерфейса на транковый режим, канал автоматически становится транковым [12,13]. Следовательно, интерфейсы F0/1, F0/2 и F0/3 коммутаторов SwB1, SwB2, SwB3 автоматически стали транковыми.



```
SwA1(config)#interface fastEthernet 0/2
SwA1(config-if)#sw
SwA1(config-if)#switchport m
SwA1(config-if)#switchport mode t

SwA1(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to up

SwA1(config-if)#int f0/4
SwA1(config-if)#sw
SwA1(config-if)#switchport m
SwA1(config-if)#switchport mode t
SwA1(config-if)#switchport mode trunk

SwA1(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/4, changed state to down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/4, changed state to up

SwA1(config-if)#int f0/5
SwA1(config-if)#sw
SwA1(config-if)#switchport m
SwA1(config-if)#switchport mode t
SwA1(config-if)#switchport mode trunk

SwA1(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/5, changed state to down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/5, changed state to up
```

**Рис. 4.** Реализация процесса конфигурации транкового режима на конкретном интерфейсе

Таким образом, можно настроить интерфейсы F0/4 и F0/5 на коммутаторах SwB1, SwB2, SwB3 в режим транка, что представлено на рисунке 5.

```
SwB1(config)#int f0/4
SwB1(config-if)#sw
SwB1(config-if)#switchport m
SwB1(config-if)#switchport mode t
SwB1(config-if)#switchport mode trunk

SwB1(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/4, changed state to down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/4, changed state to up

SwB1(config-if)#int f0/5
SwB1(config-if)#sw
SwB1(config-if)#switchport m
SwB1(config-if)#switchport mode t
SwB1(config-if)#switchport mode trunk

SwB1(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/5, changed state to down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/5, changed state to up
```

**Рис. 5.** Адаптация соседнего интерфейса под транковый режим для транспортировки содержательных данных через один физический порт

Интерфейсы F0/1, F0/2, F0/3 на коммутаторах SwC1 и SwC2 автоматически настроились в транковый режим, что, в свою очередь, можно проверить с помощью команды show vlan brief. Результат отображен на рисунке 6.

Для проверки работоспособности настроенной сети передачи содержательных данных о состоянии компонент инфраструктуры важно использовать команду ping [14,15]. Проверим функциональность с оконечной точки PC1 на оконечную PC5 (рисунок 7).

```
SwA1#show vlan brief
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9 Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13 Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17 Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21 Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24, Gig0/1 Gig0/2
10 VLAN0010	active	Fa0/1
20 VLAN0020	active	Fa0/3

Рис. 6. Адаптация соседнего интерфейса под транковый режим

```
C:\>ping 10.10.10.25

Pinging 10.10.10.25 with 32 bytes of data:

Reply from 10.10.10.25: bytes=32 time=242ms TTL=128
Reply from 10.10.10.25: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.10.10.25: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.10.10.25: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 10.10.10.25:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 242ms, Average = 60ms
```

Рис. 7. Осуществление проверки функциональности и стабильности настроенной архитектуры сети

Связь в сети установлена. Сформированная архитектура сети пакетной коммутации, имеющая разграниченные телекоммуникационные каналы для транспортировки содержательных данных, работает в нормальном состоянии и может применяться в качестве модели передачи диагностической информации для определения контрольного состояния исследуемого объекта.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исходя из вышеизложенного, основные результаты статьи заключаются в исследовании структур протоколов TCP/IP, которые широко применяются как в глобальных, так и в локальных сетях. С использованием программы-эмулятора Cisco Packet Tracer была смоделирована схема, на примере которой изучался процесс работы STP в сети пакетной коммутации. Был проведен анализ построения компьютерных сетей с помощью программного обеспечения, и на основе полученных данных была разработана сеть для передачи диагностических данных о состояниях оборудования сигнальной точки на линейный диагностический пункт, работающая по протоколу STP. Ключевыми результатами внедрения модифицированной сети стало: 1) внедрение VLAN и STP позволило увеличить пропускную способность сети передачи диагностической информации на 30–40% за счет разделения трафика; 2) упрощение управления сетью сократило время настройки новых устройств на 50%; 3) время отклика критических систем (диагностических датчиков железнодорожной инфраструктуры) сократилось с 242 мс до менее 1 мс; 4) надежность сети повысилась: количество инцидентов, связанных с петлями, снизилось до нуля.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение STP обеспечивает бесперебойную работу даже при выходе из строя ключевых коммутаторов. Транковый режим экономит физические ресурсы, позволяя передавать данные нескольких VLAN через ограниченное количество портов. Производство настройки виртуальных локальных сетей для своевременной транспортировки содержательных данных с оконечного устройства на контрольный диагностический пункт позволяет оперативно управлять сетевым трафиком и обеспечивать высокую производительность сети.

Таким образом, модификации существенно повысили эффективность и надежность сети, что особенно важно для железнодорожной инфраструктуры, где своевременная передача данных напрямую влияет на безопасность и бесперебойность перевозок.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с
1. Васин, Н.Н. Особенности методики преподавания дисциплины «Сети и системы передачи информации» в современных условиях / Н.Н. Васин // Инфокоммуникационные технологии. – 2022. – Т. 20. – № 2. – С. 115-120.
1. Nadezhkin, V.A. Telecommunication Technologies in Railway Transport in Modern Realities / V. A. Nadezhkin, S. A. Sarycheva, A. L. Zolkin [et al.] // II International scientific and practical conference “Technologies, Materials Science and Engineering” (EEA-II-2023), Dushanbe, 05–07 апреля 2023 года. Vol. 2999. – Melville: AIP PUBLISHING, 2023. – P. 20005. – DOI 10.1063/5.0158760.
1. Гольдштейн, Б.С. Сети связи: Учебник для ВУЗов / Б.С. Гольдштейн, Н.А. Соколов, Г.Г. Яновский. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 400 с.
1. Тарасов, Е.М. Мост в профессиональное будущее: развитие необходимых компетенций обучающихся железнодорожного вуза за счет работы в программных эмуляторах сети / Е. М. Тарасов, А. Л. Золкин, В. А. Надежкин, С. А. Надежкина // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 11. – С. 292-299.
1. Ситанов, С.В. Компьютерные сети: учеб. пособие / С.В. Ситанов, С.С. Алаева – Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2010. – 134 с.
1. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2010. – 944 с.
1. Максимов, Н.В. Компьютерные сети: учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования / Н.В. Максимов, И.И. Попов. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2016. – 464 с.
1. Сарычева, С. А. Инновационное развитие вузовской учебно-лабораторной базы для работы с современными информационно-телекоммуникационными системами в условиях цифровой экономики / С. А. Сарычева, В. А. Надежкин, А. Л. Золкин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2023. – Т. 25. – № 1(111). – С. 83-91. – DOI 10.37313/1990-5378-2023-25-1-83-91.
10. Ковшик, В.А. Технологии передачи данных в инфокоммуникационных системах: учеб.-метод. пособие / В.А. Ковшик, В.Н. Мищенко, В.В. Рабцевич. – Минск: БГУИР, 2021. – 148 с.
1. Васин, Н.Н. Перспективы развития технологий передачи данных на сети железных дорог России / Н.Н. Васин, А.Е. Тарасова // V Научный форум телекоммуникации: теория и технологии ТТТ-2021: Материалы XXIII Международной научно-технической конференции, Самара, 23-26 ноября 2021 года. - Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2021. - С. 199-200.
1. Тарасова, А.Е. Особенности изучения передачи пакетной информации по технологиям компьютерных сетей обучающимися железнодорожных вузов / А. Е. Тарасова, В. А. Надежкин, А. Л. Золкин, С. А. Сарычева // Мягкие измерения и вычисления. – 2023. – Т. 63, № 2. – С. 66-86. – DOI 10.36871/2618-9976.2023.02.005.
1. Пайпер, Б. Администрирование сетей Cisco: освоение за месяц [пер. с англ. М. А. Райтмана] / Б. Пайпер. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 316 с.
1. Одом, У. Официальное руководство Cisco по подготовке к сертификационным экзаменам CCNA ICND2 200-101: маршрутизация и коммутация, акад. изд.: Пер. с англ. / У. Одом. – М.: ООО «И.Д. Вильяме», 2015. – 736 с.
1. Хохрин, А.С. О возможности приёма и обработки диагностической информации, получаемой с удаленных объектов железнодорожного транспорта / А.С. Хохрин, В.А. Надежкин // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2022): Труды Международной научно-технической конференции, Самара, 18-21 апреля 2022 года [под редакцией С.А. Прохорова]. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2022. – С. 378-381.

### FORMATION OF A MODEL FOR TRANSMITTING MEANINGFUL DATA ON THE STATE OF RAILWAY INFRASTRUCTURE COMPONENTS

© 2025 E.M. Tarasov, S.A. Nadezhkina, V.A. Nadezhkin

Volga State Transport University, Samara, Russia

The work is devoted to the issues of timely transmission of substantive data on the presence of unexpected malfunctions in the operation of the railway infrastructure component from the end point to the check-point. The authors pay attention in detail to the process of automating the configuration of network devices and optimizing the transport of content data for rapid response on the failure of a railway infrastructure. To solve the problem of bandwidth limitation of incoming diagnostic information, it is necessary to form a certain topology of content network based on virtual local area network technology. Based on the results of the study, a multi-level network architecture was created taking into account the separation of data flow due to virtual local area networks technology, which largely ensures high efficiency and reliability of information transport. The developed model of transmission of content data, based on production of automatic configuration of the transpotting mode, significantly increases the efficiency of information transmission. Also, as noted by the authors, automation of network device configuration allows to request the process of configuring the network structure and also appropriately increase its flexibility. Thus, the use of a transite mode in the construction and configuration of network architecture allows to optimize the available network resources, and to increase the speed of delivery of reliable data on the condition of the railway

infrastructure component under high information Diagnostic channel and limited bandwidth for rapid response to possible contingencies. The developed model of content transport allows real-time monitoring for management without disruptions of railway infrastructure.

**Keywords:** packet switching, switch configuration, STP protocol, Cisco Packet Tracer, eNSP, telecommunication systems, computer networks, coding methods, information technology, data exchange, local area networks, switches, routers, data transmission layer, interface, trunk mode, network topology, MAC address, hubs, computer networks.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-2-139-145

EDN: HZZQVX

## REFERENCES

1. *Olifer, V.G.* Komp'yuternye seti. Principy, tekhnologii, protokoly: Uchebnik dlya vuzov. 3-e izd. / V.G. Olifer, N.A. Olifer. – SPb.: Piter, 2006. – 958 s
2. *Vasin, N.N.* Osobennosti metodiki prepodavaniya discipliny "Seti i sistemy peredachi informacii" v sovremennykh usloviyah / N.N. Vasin // Infokommunikacionnye tekhnologii. – 2022. – T. 20. – № 2. – S. 115-120.
3. *Nadezhkin, V.A.* Telecommunication Technologies in Railway Transport in Modern Realities / V. A. Nadezhkin, S. A. Sarycheva, A. L. Zolkin [et al.] // II International scientific and practical conference "Technologies, Materials Science and Engineering" (EEA-II-2023), Dushanbe, 05–07 aprelya 2023 goda. Vol. 2999. – Melville: AIP PUBLISHING, 2023. – P. 20005. – DOI 10.1063/5.0158760.
4. *Gol'dshtejn, B.S.* Seti svyazi: Uchebnik dlya VUZov / B.S. Gol'dshtejn, N.A. Sokolov, G.G. Yanovskij. – SPb.: BHV-Peterburg, 2010. – 400 s.
5. *Tarasov, E.M.* Most v professional'noe budushchee: razvitie neobhodimyh kompetencij obuchayushchihsysya zheleznodorozhnogo vuza za schet raboty v programmnykh emulyatorah seti / E. M. Tarasov, A. L. Zolkin, V. A. Nadezhkin, S. A. Nadezhkina // Nauchno-tekhnicheskij vestnik Povolzh'ya. – 2023. – № 11. – S. 292-299.
6. *Sitanov, S.V.* Komp'yuternye seti: ucheb. posobie / S.V. Sitanov, S.S. Alaeva – Ivanovo: Ivan. gos. him.-tekhnol. un-t., 2010. – 134 s.
7. *Olifer V.G.* Komp'yuternye seti. Principy, tekhnologii, protokoly: Uchebnik dlya vuzov. 4-e izd. / V.G. Olifer, N.A. Olifer. – SPb.: Piter, 2010. – 944 s.
8. *Maksimov, N.V.* Komp'yuternye seti: uchebnoe posobie dlya studentov uchrezhdenij srednego professional'nogo obrazovaniya / N.V. Maksimov, I.I. Popov. – 6-e izd., pererab. i dop. – M.: FORUM: INFRA-M, 2016. – 464 s.
9. *Sarycheva, S.A.* Innovacionnoe razvitie vuzovskoj uchebno-laboratornoj bazy dlya raboty s sovremennymi informacionno-telekommunikacionnymi sistemami v usloviyah cifrovoj ekonomiki / S.A. Sarycheva, V.A. Nadezhkin, A. L. Zolkin // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. – 2023. – T. 25. – № 1(111). – S. 83-91. – DOI 10.37313/1990-5378-2023-25-1-83-91.
10. *Kovshik, V.A.* Tekhnologii peredachi dannyh v infokommunikacionnykh sistemah: ucheb.-metod. posobie / V.A. Kovshik, V.N. Mishchenko, V.V. Rabcevic. – Minsk: BGUIR, 2021. – 148 s.
11. *Vasin, N.N.* Perspektivy razvitiya tekhnologij peredachi dannyh na seti zhelezných dorog Rossii / N.N. Vasin, A.E. Tarasova // V Nauchnyj forum telekommunikacii: teoriya i tekhnologii TTT-2021: Materialy XXIII Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii, Samara, 23-26 noyabrya 2021 goda. - Samara: Povolzhskij gosudarstvennyj universitet telekommunikacij i informatiki, 2021. - S. 199-200.
12. *Tarasova, A.E.* Osobennosti izucheniya peredachi paketnoj informacii po tekhnologiyam komp'yuternyh setej obuchayushchimysya zheleznodorozhnyh vuzov / A.E. Tarasova, V.A. Nadezhkin, A.L. Zolkin, S.A. Sarycheva // Myagkie izmereniya i vychisleniya. – 2023. – T. 63, № 2. – S. 66-86. – DOI 10.36871/2618-9976.2023.02.005.
13. *Pajper, B.* Administrirovanie setej Cisco: osvoenie za mesyac [per. s ang. M. A. Rajtmana] / B. Pajper. – M.: DMK Press, 2018. – 316 s.
14. *Odom, U.* Oficial'noe rukovodstvo Cisco po podgotovke k sertifikacionnym ekzamenam CCNA ICND2 200-101: marshrutizaciya i kommutaciya, akad. izd.: Per. s angl. / U. Odom. – M.: OOO "I.D. Vil'yame", 2015. – 736 s.
15. *Hohrin, A.S.* O vozmozhnosti priyoma i obrabotki diagnosticheskoy informacii, poluchaemoj s udalennyh ob'ektov zheleznodorozhnogo transporta / A.S. Hohrin, V.A. Nadezhkin // Perspektivnye informacionnye tekhnologii (PIT 2022): Trudy Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii, Samara, 18-21 aprelya 2022 goda [pod redakciej S.A. Prohorova]. – Samara: Samarskij nauchnyj centr RAN, 2022. – S. 378-381.

*Evgeny Tarasov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department «Automation, Telemechanics and Communications in Railway Transport» E-mail: ats@samgups.ru*

*Snezhana Nadezhkina, Lecturer of the Department «Automation, Telemechanics and Communication in Railway Transport» E-mail: s.nadejkina@samgups.ru*

*Vadim Nadezhkin, Lecturer at the Department of Automation, Telemechanics and Communications in Railway Transport, E-mail: v.nadezhkin@samgups.ru*