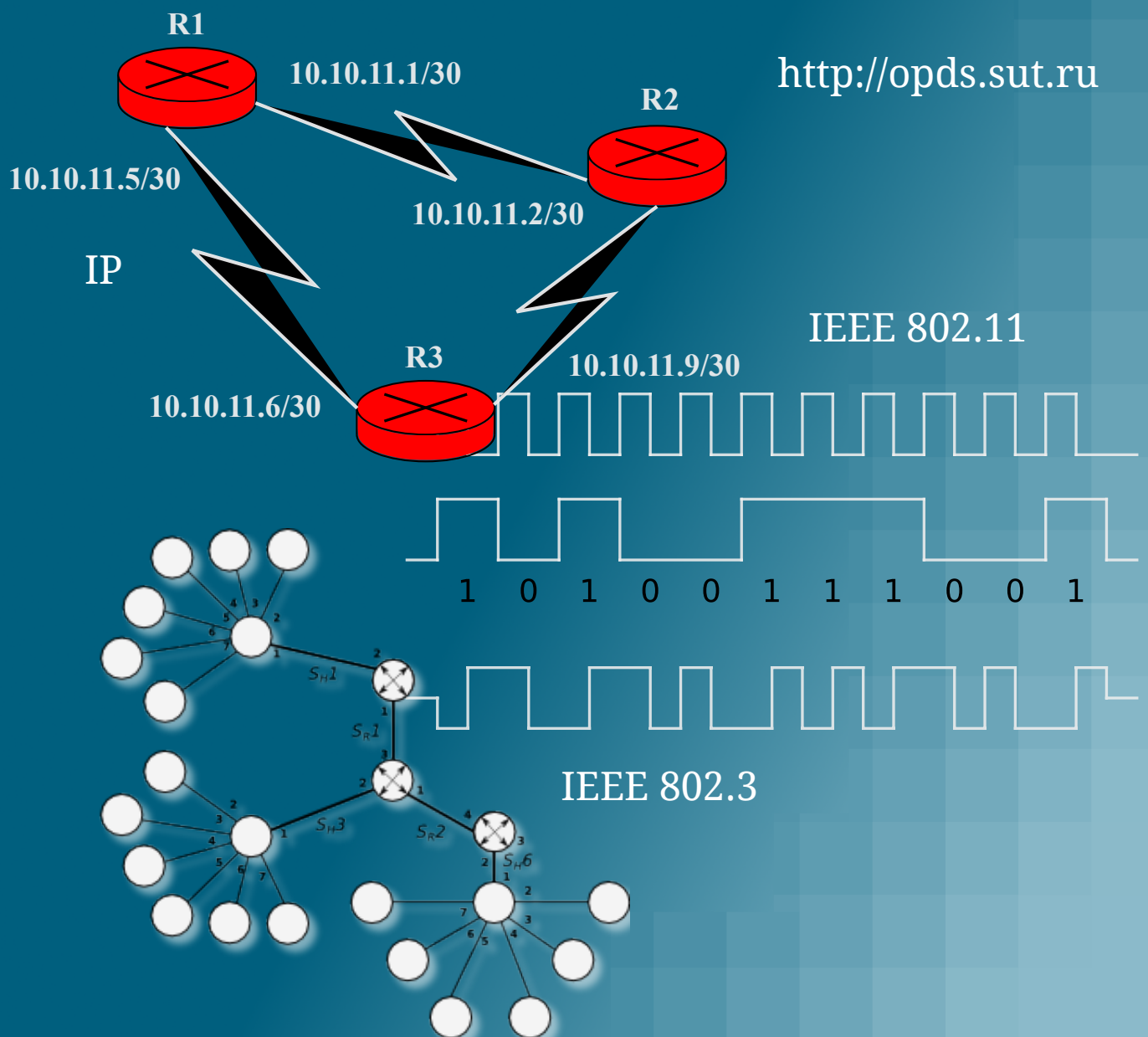


Бородко А.В. Небаев И.А.

Компьютерные сети передачи данных



Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича (СПб ГУТ)

Кафедра «Обработки и передачи дискретных сообщений» (ОПДС)

Бородко А.В. Небаев И.А.

Учебное пособие

«Разработка компьютерной сети обработки и передачи данных»

Целью работы является выработка и закрепление практических навыков по выполнению задач проектирования сетей передачи данных с применением современного оборудования. Работа преследует цели повышения качеств и углубления знаний студентов в области планирования и распределения сетевых элементов единой сети передачи данных. Задания работы затрагивают такие аспекты оптимизации программно-аппартного ресурса сети, эффективного использования доступного адресного пространства, построение оптимальной структуры резервных связей подсетей и т.д.

Учебное пособие предназначено для студентов старших курсов, обучающихся по программам вечернего и заочного образования.

Рецензенты:

Когновский О. С., д.т.н., профессор

Доронин Е. М., к.т.н., доцент

Санкт-Петербург — 2014г.

Часть I

Указания к выполнению работы

1. Задания

Для достижения поставленных в рамках данной работы целей, требуется выполнить следующие задачи:

1.1. Выделение подсетей рабочих станций

На основании исходного рисунка топологии ядра сети, указанного в соответствии с вариантом задания в табл.1, сформировать H -подсетей рабочих станций S_H из заданного количества N -рабочих станций. По возможности необходимо использовать равномерное распределение рабочих станции по подсетям, т.е. равное число рабочих станций в каждой создаваемой подсети (N/H). Пример выполнения см. 5.1.

1.2. Построение графа ЕСПД

После планирования размещения подсетей рабочих станций S_H по разработанному плану необходимо дополнить исходный граф ядра ЕСПД указанный в соответствии с вариантом задания в табл.1.

Для выполнения данного задания необходимо произвести объединении нескольких рабочих станций в выделенную подсеть с помощью коммутирующего оборудования (L2-коммутатора) и выполнить подключение подсети к соответствующему маршрутизатору R ядра ЕСПД. Каждой подсети S_H и узлу, расположенному в данной подсети, необходимо назначить буквенно-цифровое обозначение. На схеме графа необходимо пронумеровать физические порты коммутаторов подсетей S_H и интерфейсы маршрутизаторов R . Дополнительно к этому, для каждой подсети требуется обозначить границы широковещательного домена.

Распределив подсети рабочих станций S_H , необходимо выделить (подсчитать количество) и обозначить подсети маршрутизаторов S_R ядра ЕСПД. По аналогии, следует произвести буквенно-цифровое обозначение каждого маршрутизатора сети и пронумеровать его интерфейсы. Пример выполнения см. 5.2.

1.3. Обоснование перечня технических средств

Для корректного функционирования проектируемой сети ЕСПД, по полученному графу необходимо указать и обосновать:

- 1) Количество требуемого телекоммуникационного оборудования (Маршрутизаторов R , Коммутаторов SW , сетевых карт и т.д.)
- 2) Конфигурацию каждого элемента сети ЕСПД (Количество портов, интерфейсов и т.д.)
- 3) Указать тип линий связи, технологию опорной сети и пропускную способность. (Витая пара, Ethernet, FE, GE и т.д.)

Пример выполнения см. [5.3](#).

1.4. План IP-адресации подсетей рабочих станций S_H

В соответствии с указанным для данного варианта адресным пространством подсетей рабочих станций S_H из табл.1 необходимо сформировать пул IP-адресов, организованных в неперекрывающиеся подсети. Выделение блоков IP-адресов следует производить в соответствии с принципами бесклассовой адресации (CIDR). Т.е. выделение блоков подсетей, в целях оптимизации использования доступного адресного пространства, производится непрерывными диапазонами.

В приведенном плане адресации подсети следует перечислить и указать используемые IP-адреса в десятичной и двоичной нотации. Указать назначение (IP-адрес рабочей станции, интерфейс маршрутизатора, адрес сети, резерв и т. д.) выделенного адреса.

Следует учесть, что количество IP-адресов в подсети не может быть меньше количества узлов подсети. Не стоит забывать о наличии адреса самой подсети и широковещательного адреса. Для каждой подсети допустимо формирование пула IP-адресов с резервом, для целей будущего развития сети (подсети). Подробнее в примере [5.4](#).

3. Варианты заданий

Варианты заданий представленных к выполнению приведены в табл.1. Номер варианта задания соответствует двум последним цифрам в студенческом билете обучающегося. Графы исходных топологий ядра сети ЕСПД для каждого варианта задания представлены на рис.8 — рис.14 в приложении 7.

Таблица 1: Исходные данные задания

Вариант задания	Топология ядра сети	Кол-во раб. ст., N	Кол-во подсетей раб. ст., H	Кол-во беспр. ст.	Адр. подсетей марш-ров, S_R	Адр. подсетей раб. ст., S_H
01	7	24	4	15	10.1.0.0/16	192.168.1.0/24
02	22	24	4	19	172.20.2.0/24	192.168.0.0/16
03	10	26	4	21	10.3.0.0/24	172.16.0.0/12
04	25	26	6	11	192.168.4.0/24	10.4.0.0/16
05	13	30	5	9	172.30.5.0/24	10.0.0.0/8
06	28	25	5	11	10.6.0.0/16	192.168.0.0/16
07	1	25	5	20	10.7.0.0/24	172.17.7.0/24
08	16	30	6	17	172.18.8.0/24	192.168.0.0/16
09	4	15	3	16	192.168.9.0/24	10.0.0.0/8
10	19	25	5	10	192.168.10.0/24	10.10.0.0/16
11	2	24	4	13	172.21.11.0/24	192.168.0.0/16
12	17	15	5	12	10.12.0.0/16	192.168.0.0/16
13	5	30	5	18	192.168.13.0/24	10.13.0.0/16
14	20	30	6	20	172.24.0.0/12	10.14.0.0/16
15	8	25	5	19	10.15.0.0/24	192.168.0.0/16
16	23	25	5	16	192.168.16.0/24	10.16.0.0/16
17	11	20	4	10	172.27.17.0/24	10.0.0.0/24
18	26	20	5	12	10.18.0.0/16	192.168.0.0/16
19	14	25	5	13	192.168.19.0/24	10.19.0.0/24
20	29	30	5	9	192.168.20.0/24	172.20.1.0/24
21	3	24	6	11	172.21.1.0/24	10.0.0.0/16
22	18	24	4	14	172.23.22.0/24	10.10.0.0/16
23	6	18	3	10	192.168.0.0/16	172.23.23.0/24
24	21	18	3	19	10.24.0.0/16	192.168.24.0/24
25	9	25	5	17	172.27.0.0/16	10.25.1.0/24

Таблица 1: Исходные данные задания

Вариант задания	Топология ядра сети	Кол-во раб. ст., N	Кол-во подсетей раб. ст., H	Кол-во беспр. ст.	Адр. подсетей марш-ров, S_R	Адр. подсетей раб. ст., S_H
26	24	30	4	20	192.168.26.0/24	10.26.1.0/24
27	12	18	6	15	10.27.0.0/24	172.17.110.0/24
28	27	30	6	17	172.28.0.0/24	192.168.0.0/16
29	15	21	7	11	10.29.0.0/16	192.168.0.0/16
30	30	24	6	10	172.29.30.0/24	10.30.0.0/16
31	54	30	5	13	192.168.31.0/24	10.31.0.0/16
32	85	25	5	19	172.16.32.0/24	192.168.32.0/24
33	73	36	4	20	10.0.73.0/24	172.31.33.0/24
34	40	30	5	16	192.168.2.0/24	172.18.34.0/24
35	51	25	5	11	10.35.0.0/16	192.168.20.0/24
36	59	35	5	20	172.19.34.0/24	10.36.36.0/24
37	93	30	5	10	10.0.37.0/24	192.168.3.0/24
38	62	24	4	9	172.21.34.0/24	192.168.38.0/24
39	36	36	4	11	192.168.39.0/24	10.39.0.0/16
40	98	24	4	18	172.23.34.0/24	10.40.0.0/16
41	46	30	5	17	172.17.41.0/24	192.168.41.0/24
42	88	24	6	15	10.42.42.0/24	172.18.0.0/16
43	39	18	6	11	172.26.34.0/24	10.9.10.0/24
44	41	25	5	10	172.22.44.0/24	192.168.44.0/24
45	31	20	4	16	172.28.34.0/24	10.45.1.0/24
46	43	35	5	14	10.46.0.0/16	192.168.46.0/24
47	50	18	6	18	10.10.47.0/24	172.24.7.0/24
48	64	35	5	17	172.31.34.0/24	10.48.0.0/16
49	71	24	6	11	10.0.0.0/16	172.16.1.0/24
50	76	30	5	13	10.50.0.0/24	192.168.50.0/24

Таблица 1: Исходные данные задания

Вариант задания	Топология ядра сети	Кол-во раб. ст., N	Кол-во подсетей раб. ст., H	Кол-во беспр. ст.	Адр. подсетей марш-ров, S_R	Адр. подсетей раб. ст., S_H
51	81	28	4	17	172.27.34.0/24	10.1.51.0/24
52	86	24	6	16	10.52.0.0/16	192.168.52.0/24
53	89	25	5	12	192.168.53.0/24	172.25.53.0/24
54	92	30	5	10	172.25.0.0/16	192.168.0.0/16
55	72	25	5	13	192.168.5.0/24	172.26.0.0/16
56	47	24	6	19	10.56.0.0/16	172.26.56.0/24
57	45	25	5	9	172.27.57.0/24	10.57.0.0/16
58	33	28	4	19	172.28.58.0/24	10.58.1.0/24
59	61	25	5	16	172.30.0.0/24	10.59.0.0/16
60	68	32	4	14	10.0.1.0/24	172.20.60.0/24
61	74	25	5	12	10.61.0.0/16	172.21.61.0/24
62	84	24	4	10	172.30.34.0/24	10.62.0.0/16
63	44	30	5	11	10.63.0.0/16	172.23.63.0/24
64	49	20	5	13	192.168.64.0/24	172.24.64.0/24
65	90	28	4	15	172.29.34.0/24	192.168.65.0/24
66	69	32	4	17	10.66.66.0/24	192.168.66.0/24
67	74	30	5	19	172.27.67.0/24	192.168.67.0/24
68	95	35	5	20	192.168.68.0/24	172.30.68.0/24
69	87	28	4	18	10.69.0.0/16	172.29.96.0/24
70	58	30	5	14	172.20.70.0/24	10.70.0.0/16
71	35	32	4	12	172.22.34.0/24	192.168.71.0/24
72	52	36	4	11	10.72.0.0/16	172.22.72.0/24
73	38	28	4	9	10.73.0.0/16	172.23.73.0/24
74	99	28	4	10	192.168.74.0/24	172.18.74.0/24
75	94	25	5	12	172.25.34.0/24	10.75.0.0/24

Таблица 1: Исходные данные задания

Вариант задания	Топология ядра сети	Кол-во раб. ст., N	Кол-во подсетей раб. ст., H	Кол-во беспр. ст.	Адр. подсетей марш-ров, S_R	Адр. подсетей раб. ст., S_H
76	77	35	5	14	10.76.0.0/16	172.16.76.0/24
77	82	24	4	13	10.77.0.0/16	192.168.0.0/16
78	60	20	5	19	192.168.78.0/24	172.18.78.0/24
79	56	20	5	17	10.79.1.0/24	172.17.19.0/24
80	48	30	6	15	10.10.80.0/24	192.168.80.0/24
81	34	25	5	14	172.24.34.0/24	10.81.0.0/16
82	37	24	4	12	10.82.0.0/16	172.24.82.0/24
83	42	20	5	11	192.168.8.0/24	172.28.83.0/24
84	66	30	5	14	172.24.48.0/24	10.10.84.0/24
85	91	30	5	15	10.10.85.0/24	192.168.85.0/24
86	75	32	4	17	192.168.6.0/24	172.26.86.0/24
87	63	28	4	19	10.78.0.0/16	192.168.87.0/24
88	32	24	4	15	10.88.1.0/24	192.168.9.0/24
89	96	30	5	13	192.168.89.0/24	172.29.89.0/24
90	83	25	5	11	10.90.0.0/16	192.168.90.0/24
91	100	32	4	12	10.91.1.0/24	192.168.0.0/16
92	80	32	4	14	192.168.29.0/24	172.28.92.0/24
93	78	20	5	15	10.93.0.0/16	172.23.93.0/24
94	70	20	5	16	10.94.0.0/16	172.30.94.0/24
95	67	32	4	18	192.168.95.0/24	10.95.0.0/16
96	65	32	4	20	10.96.1.0/24	172.19.96.0/24
97	57	25	5	18	10.97.0.0/16	192.168.11.0/24
98	55	24	6	10	192.168.1.0/24	172.18.98.0/24
99	53	32	4	15	10.99.0.0/16	172.17.99.0/24
00	97	30	6	11	172.30.0.0/24	10.0.10.0/24

Часть II

Пример выполнения работы

4. Исходные данные задания

Исходные данные принятые для примера выполнения данной курсовой работы:

- 1) Количество рабочих станций сети ЕСПД — $N = 36$;
- 2) Количество подсетей рабочих станций — $H = 6$;
- 3) Доступное адресное пространство для подсетей рабочих станций $S_H = 10.10.0.0/16$;

Топология ядра сети ЕСПД представлена на рис.2.

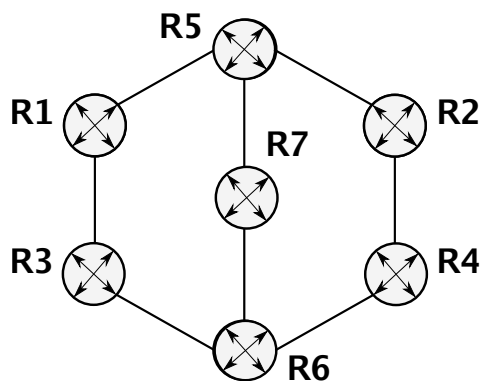


Рис. 2. Топология ядра сети ЕСПД

Имея достаточное количество исходных данных можно приступить к последовательному выполнению заданий работы.

5. Решение заданий работы

5.1. Распределение подсетей рабочих станции S_H сети ЕСПД

Согласно исходным условиям задания, сеть ЕСПД должна обеспечивать работу минимум 36 рабочих станций ($N = 36$), которые необходимо разделить равномерно по 6 подсетям. Т.о. в каждой подсети может находиться 6 рабочих станций ($N/H = 36/6 = 6$), что в полной мере удовлетворяет условию равномерного распределения.

5.2. Построение графа сети ЕСПД

Распределив рабочие станции по подсетям, можно приступить к дополнению графа сети ЕСПД.

Объединение рабочих станций в каждой подсети будет производиться посредством неуправляемого L2-коммутатора, с 8 физическими портами **FastEthernet**. Т.о. каждая рабочая станция подключается к коммутатору с помощью кабеля UTP(неэкранированная витая пара) категории 5, образуя сегментированное полнодуплексное подключение.

Из 8 физических портов коммутатора, 6 портов используются для объединения рабочих станций и один порт для подключения к маршрутизатору R ядра сети ЕСПД. Оставшийся порт коммутатора можно использовать для каскадного подключения второго коммутатора при возможном расширении подсети или в качестве технического резерва.

Согласно исходному графу сети ЕСПД, эксплуатационную нагрузку сети должны обеспечивать 7 маршрутизаторов R . В зависимости от расположения, маршрутизаторы имеют 3 или 4 интерфейса **FastEthernet**. Корректная маршрутизации пакетов между любыми подсетями обеспечится при наличии 6 подсетей. Однако используя маршрутизатор $R7$, можно организовать набор резервных связей между подсетями рабочих станций и подсетями маршрутизаторов сети ЕСПД. Учитывая данное предложение следует использовать 8 подсетей маршрутизаторов.

Расширенный граф сети ЕСПД представлен на рис.3. На графе сети ЕСПД нанесены следующие буквенно-цифровые наименования:

- $H1-H6$ — рабочие станции сети ЕСПД;
- $R1-R7$ — маршрутизаторы сети ЕСПД.
- $SW1-SW6$ — коммутаторы подсети рабочих станций
- $BRD1-BRD6$ — границы широковещательных доменов подсетей рабочих станций;
- S_H1-S_H6 — подсети рабочих станций;
- S_R1-S_R8 — подсети маршрутизаторов.

На графе также обозначены соответствующие номера интерфейсов маршрутизаторов R и порты коммутаторов SW .

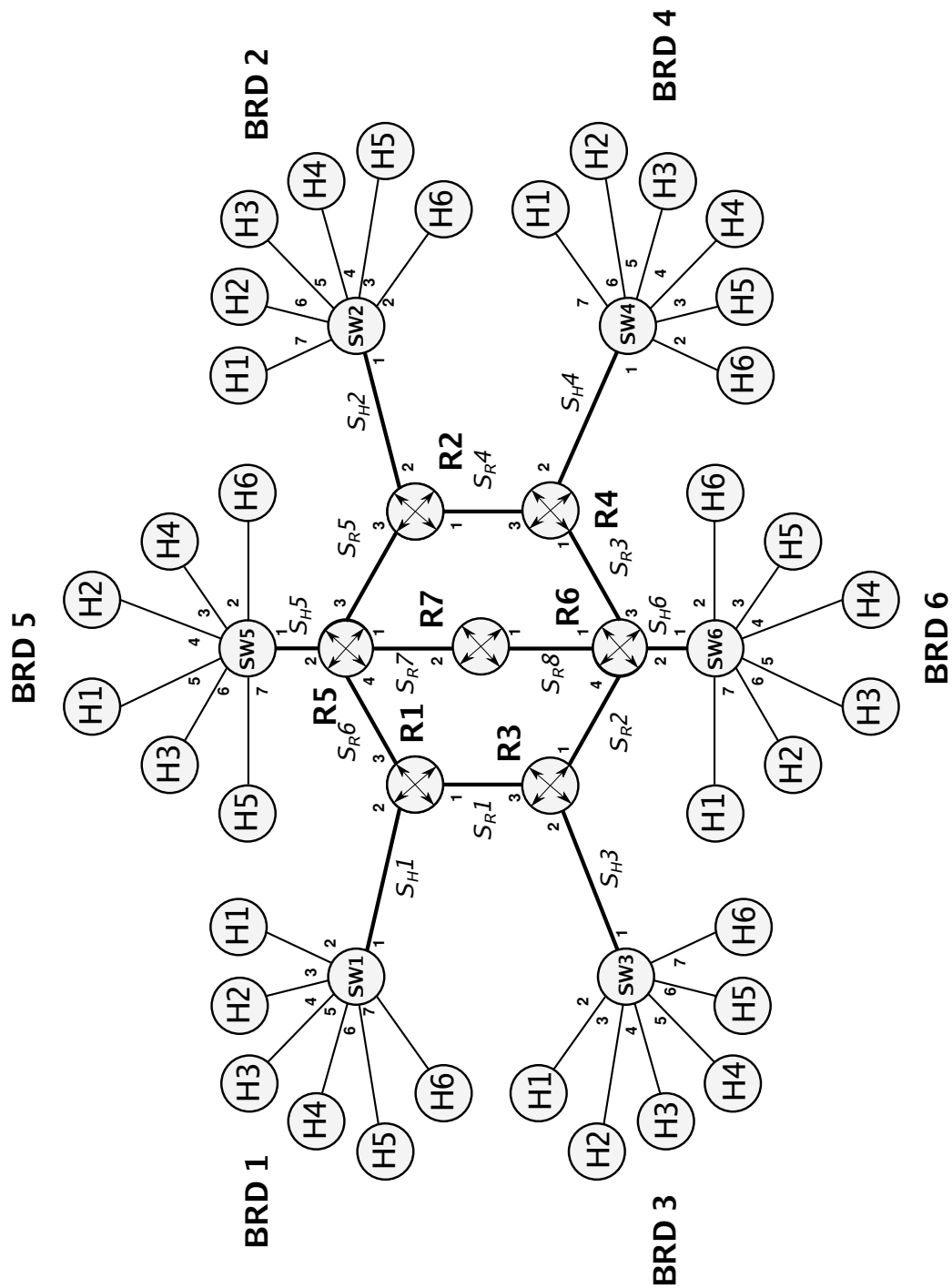


Рис. 3. Расширенный граф сети ЕСПД

5.3. Перечень технических средств

По полученному графу сети ЕСПД можно подсчитать общее количество затрачиваемых технических средств. Для корректного функционирования проектируемой сети необходим следующий набор оборудования:

- 1) 7 маршрутизаторов (5 маршрутизатора с 3 интерфейсами **FastEthernet**, 2 маршрутизатора с 4 интерфейсами **FastEthernet**);
- 2) 6 неуправляемых коммутаторов (8 физических портов на каждом устройстве, полнодуплекс, автосогласование), поддерживающие сеть **FastEthernet** на кабеле **UTP5e**;
- 3) По 1 сетевой карте на каждую рабочую станцию (36 сетевых карт стандарта **FastEthernet**, полнодуплекс, автосогласование);
- 4) Беспроводная точка доступа (**WiFi AP**), поддерживающая стандарты 802.11b/g/n;
- 5) Опорная технология сети **FastEthernet** 100 Мбит/с, тип линий связи между всеми устройствами - неэкранированная витая пара.

5.4. План IP-адресации подсетей рабочих станций S_H

В соответствии с заданием, для адресации подсетей рабочих станций S_H выделено адресное пространство сети 10.10.0.0/16. Данное пространство позволяет выделить порядка 65536 IP-адресов ($32 - 16 = 16$ бит, $2^{16} = 65536$). Выделенная сеть 10.10.0.0/16 использует 2 байта для адресации сети, оставшиеся 2 байта свободны. Запись сети в двоичной нотации будет иметь вид:

$$\begin{aligned} 10.10.0.0 & - 0000\ 1010.0000\ 1010.0000\ 0000.0000\ 0000 \\ 255.255.0.0 & - 1111\ 1111.1111\ 1111.0000\ 0000.0000\ 0000 \end{aligned}$$

По результатам выполнения предыдущих заданий известно, что в каждой подсети рабочих станций S_H располагается 6 узлов. Дополнительно к этому, следует учесть, что каждая подсеть подключается к соответствующему маршрутизатору сети ЕСПД. Т.о. для корректной маршрутизации и обменом информации между узлами подсети требуется 7 IP-адресов на каждую подсеть рабочих станций S_H , из которых 6 IP-адресов назначаются соответствующим рабочим станциям, а один IP-адрес назначается маршрутизатору R , подключенному через указанный интерфейс к данной подсети. Однако, также не следует забывать о необходимости наличия адреса самой подсети и широковещательного адреса.

Для адресации 7 узлов достаточно 3 бит ($2^3 = 8$). Однако, учитывая наличие адреса сети и широковещательного адреса, доступными из данного адресного пространства останутся только 6 IP-адресов, что не допустимо при условиях исходного задания. Следовательно, необходимо использовать 4 бита, которые позволят адресовать 16 узлов ($2^4 = 16$ IP-адресов). Дополнительные адреса можно использовать при расширении подсети или в качестве резерва.

Используя нотацию CIDR и непрерывное выделение блоков IP-подсетей, выделим 6 IP-подсетей с 16 доступными IP-адресами в каждой подсети. Следует помнить, что первые 2 байта сети 10.10.0.0/16 не изменны, а для выделения подсетей можно использовать только последние 2 байта. Применим маску подсети длиной 28 бит ($32 - 4 = 28$ бит для адресации сети, 4 бита для адресации узлов). Запись первой IP-подсети в двоичной нотации будет иметь вид:

10.10.0.0 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 0000
255.255.255.240 — 1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 0000

Первый IP-адрес сети будет отличаться только одним младшим битом:

10.10.0.1 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 0001

Далее последовательно второй, третий и последующие адреса формируются из 4 младших бит:

10.10.0.2 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 0010
10.10.0.3 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 0011
10.10.0.4 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 0100
10.10.0.5 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 0101
10.10.0.6 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 0110
10.10.0.7 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 0111
10.10.0.8 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 1000
... и т. д.

Вплоть до широковещательного адреса сети, в котором все младшие биты равны единице:

10.10.0.15 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 1111

Соответственно, следующая IP-подсеть будет иметь адрес 10.10.0.16/28, или в двоичной нотации:

10.10.0.16 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 0000
255.255.255.240 — 1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 0000

С пулом IP-адресов соответствующим маске подсети:

10.10.0.17 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 0001
10.10.0.18 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 0010
10.10.0.19 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 0011
10.10.0.20 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 0100
10.10.0.21 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 0101
10.10.0.22 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 0110
10.10.0.23 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 0111
10.10.0.24 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 1000
... и т. д.

Широковещательный адрес сети 10.10.0.16/28:

10.10.0.31 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 1111

Последующие сети находятся аналогичным образом. Наконец, шестая IP-подсеть будет иметь адрес 10.10.0.80/28, или в двоичной нотации:

10.10.0.80 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 0000
255.255.255.240 — 1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 0000

Пул IP-адресов:

10.10.0.81 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 0001
10.10.0.82 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 0010
10.10.0.83 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 0011
10.10.0.84 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 0100
10.10.0.85 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 0101
10.10.0.86 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 0110
10.10.0.87 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 0111
10.10.0.88 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 1000
... и т. д.

Широковещательный адрес сети 10.10.0.80/28:

10.10.0.95 — 0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 1111

Оставшееся адресное пространство позволяет организовать дополнительный резерв при расширении сети.

Доступный пул IP-адресов в двоичной и десятичной нотации для каждой из 6 подсетей S_H приведен в табл. 2.

Таблица 2: Адресация подсетей рабочих станций S_H

Подсеть S_H	Пул IP-адресов	Двоичная нотация	Назначение
S_{H1}	10.10.0.0/28	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 0000	Адрес подсети
	255.255.255.240	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 0000	Маска подсети
	10.10.0.1	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 0001	R1, интерфейс 2
	10.10.0.2	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 0010	H1
	10.10.0.3	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 0011	H2
	10.10.0.4	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 0100	H3
	10.10.0.5	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 0101	H4
	10.10.0.6	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 0110	H5
	10.10.0.7	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 0111	H6
	10.10.0.8	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 1000	Резерв
.....
S_{H2}	10.10.0.14	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 1110	Резерв
	10.10.0.15	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0000 1111	Широковещательный адрес сети
	10.10.0.16/28	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 0000	Адрес подсети
	255.255.255.240	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 0000	Маска подсети
	10.10.0.17	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 0001	R2, интерфейс 2
	10.10.0.18	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 0010	H1
	10.10.0.19	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 0011	H2
	10.10.0.20	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 0100	H3
	10.10.0.21	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 0101	H4
	10.10.0.22	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 0110	H5
10.10.0.23	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 0111	H6	
10.10.0.24	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 1000	Резерв	
.....
S_{H3}	10.10.0.30	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 1110	Резерв
	10.10.0.31	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0001 1111	Широковещательный адрес сети
	10.10.0.32/28	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0010 0000	Адрес подсети

Таблица 2: Адресация подсетей рабочих станций S_H

Подсеть S_H	Пул IP-адресов	Двоичная нотация	Назначение
	255.255.255.240	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 0000	Маска подсети
	10.10.0.33	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0010 0001	R3, интерфейс 2
	10.10.0.34	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0010 0010	H1
	10.10.0.35	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0010 0011	H2
	10.10.0.36	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0010 0100	H3
	10.10.0.37	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0010 0101	H4
	10.10.0.38	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0010 0110	H5
	10.10.0.39	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0010 0111	H6
	10.10.0.40	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0010 1000	Резерв

	10.10.0.46	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0010 1110	Резерв
	10.10.0.47	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0010 1111	Широковещательный адрес сети
	10.10.0.48/28	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0011 0000	Адрес подсети
	255.255.255.240	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 0000	Маска подсети
S_{H4}	10.10.0.49	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0011 0001	R4, интерфейс 2
	10.10.0.50	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0011 0010	H1
	10.10.0.51	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0011 0011	H2
	10.10.0.52	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0011 0100	H3
	10.10.0.53	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0011 0101	H4
	10.10.0.54	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0011 0110	H5
	10.10.0.55	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0011 0111	H6
	10.10.0.56	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0011 1000	Резерв

	10.10.0.62	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0011 1110	Резерв
	10.10.0.63	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0011 1111	Широковещательный адрес сети
	10.10.0.64/28	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0100 0000	Адрес подсети
	255.255.255.240	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 0000	Маска подсети
	S_{H5}		

Таблица 2: Адресация подсетей рабочих станций S_H

Подсеть S_H	Пул IP-адресов	Двоичная нотация	Назначение
S_H6	10.10.0.65	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0100 0001	R5, интерфейс 2
	10.10.0.66	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0100 0010	H1
	10.10.0.67	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0100 0011	H2
	10.10.0.68	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0100 0100	H3
	10.10.0.69	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0100 0101	H4
	10.10.0.70	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0100 0110	H5
	10.10.0.71	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0100 0111	H6
	10.10.0.72	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0100 1000	Резерв

	10.10.0.78	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0100 1110	Резерв
	10.10.0.79	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0100 1111	Широковещательный адрес сети
	10.10.0.80/28	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 0000	Адрес подсети
	255.255.255.240	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 0000	Маска подсети
	10.10.0.81	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 0001	R6, интерфейс 2
	10.10.0.82	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 0010	H1
	10.10.0.83	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 0011	H2
	10.10.0.84	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 0100	H3
	10.10.0.85	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 0101	H4
	10.10.0.86	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 0110	H5
	10.10.0.87	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 0111	H6
10.10.0.88	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 1000	Резерв	
.....	
10.10.0.94	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 1110	Резерв	
10.10.0.95	0000 1010.0000 1010.0000 0000.0101 1111	Широковещательный адрес сети	

6. Литература

Основная

Бородко А.В., Кукунин Д.С. «Компьютерные сети передачи данных». СПб ГУТ, 2013 г.
(pdf-файл) http://opds.sut.ru/wp-content/uploads/mu/borodko_kukunin_kspd.pdf

Дополнительная

- [1] Фильчагин А. Ю. IP-маршрутизация в операционной системе Windows. Учебное пособие.
http://opds.sut.ru/old/electronic_manuals/ip_rout/up.doc
- [2] Фильчагин А. Ю. Задание к курсовой работе по курсу «Компьютерные сети передачи данных» и справочные сведения для выполнения работы. http://opds.sut.ru/old/electronic_manuals/ip_rout/zad.doc
- [3] Аверьянов Е. Г. Курсовая работа «Разработка сети доступа с применением современного телекоммуникационного оборудования». Спб.: Военная Академия Связи, 2011.
- [4] Крейг Х. TCP/IP. Сетевое администрирование, 3-е издание. СПб.: Символ-Плюс, 2004.
- [5] Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для Вузов. 3-е издание. СПб.: Питер, 2008.
- [6] Боттс Т., Доусон Т., Перди Г. Н. Linux. Руководство администратора сети. 3-е издание. М.: Кудиц-Пресс, 2006.
- [7] Хилл Б. Полный справочник по Cisco. М.: Издательский дом Вильямс, 2008.
- [8] Бони Дж. Руководство по Cisco IOS. Спб.: Питер, М.: Издательство Русская Редакция, 2008.
- [9] Пакет К. Создание сетей удаленного доступа Cisco. М.: Издательский дом Вильямс, 2003.
- [10] Вейрле К., Пэльеке Ф., Риттер Х, Мюллер Д., Бехлер М. Linux сетевая архитектура. Структура и реализация сетевых протоколов в ядре. М.: Кудиц-Образ, 2006.

7. Варианты исходного графа сети

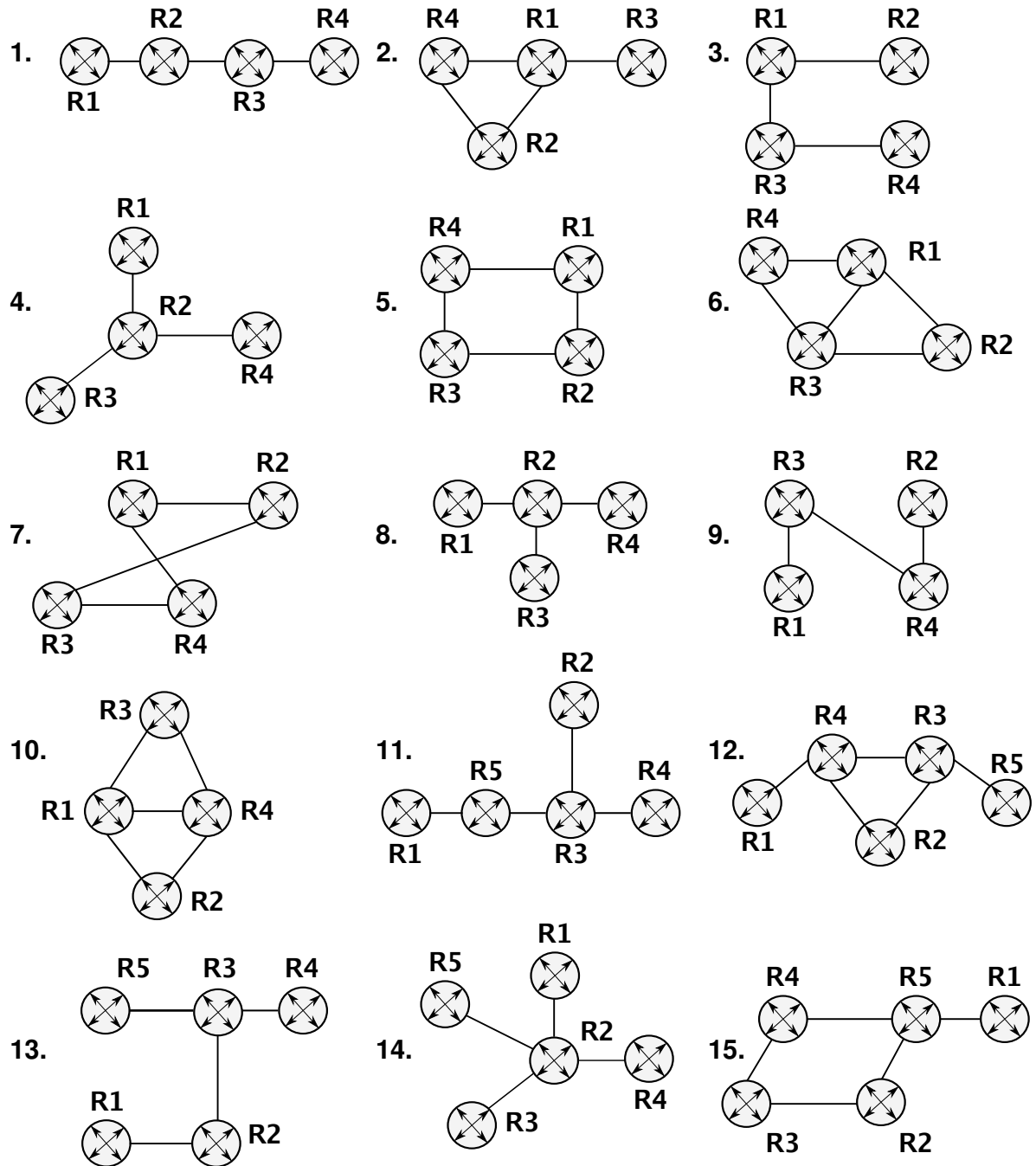


Рис. 8. Исходная топология ядра сети ЕСПД, варианты 1–15

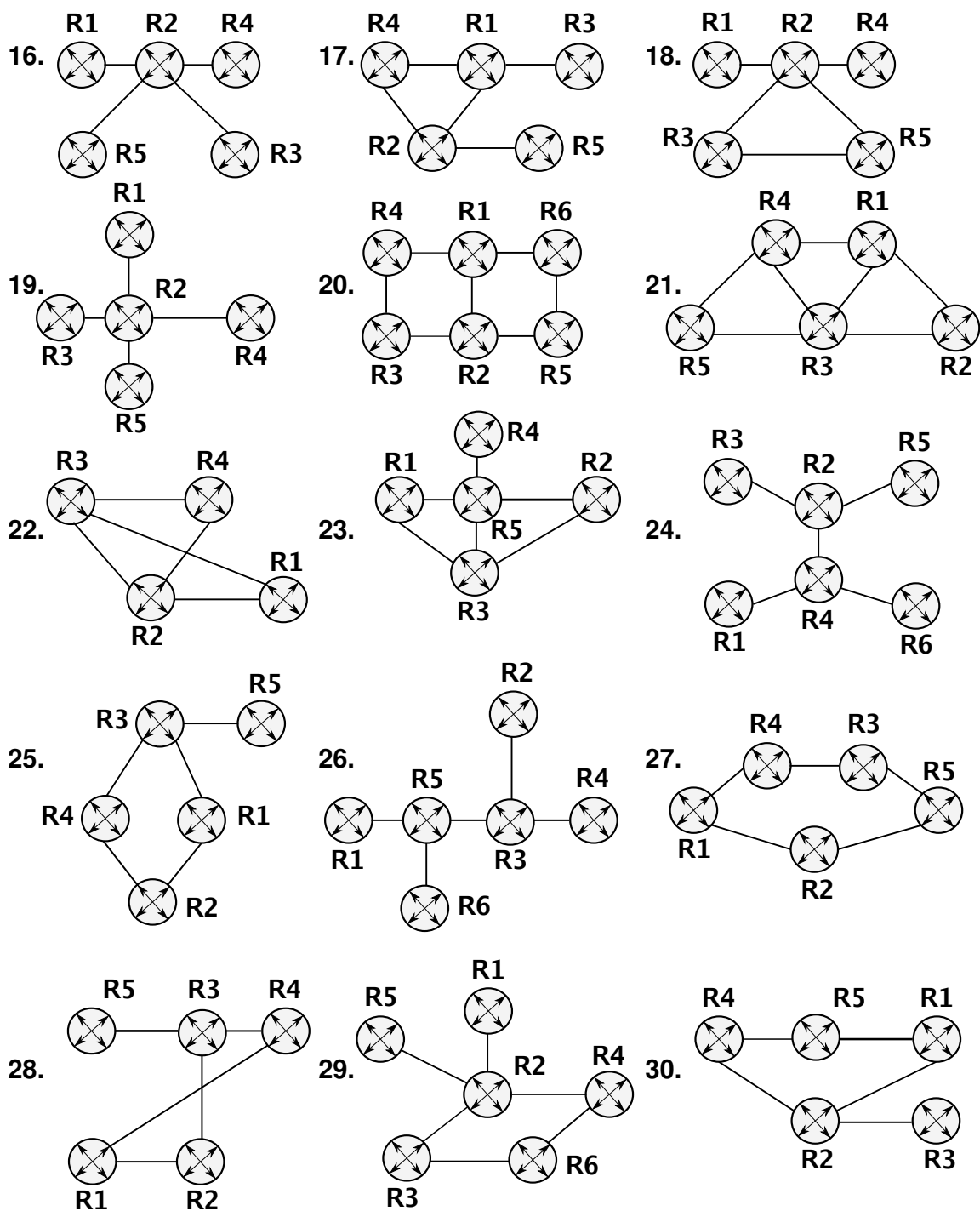


Рис. 9. Исходная топология ядра сети ЕСПД, варианты 16–30

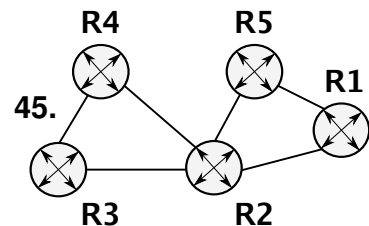
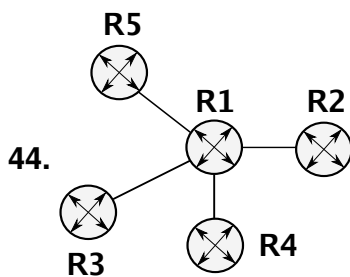
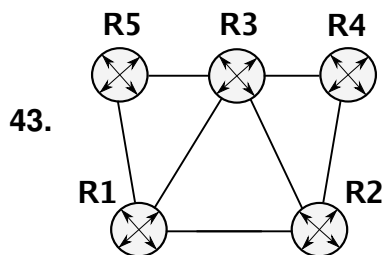
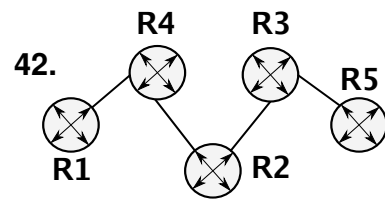
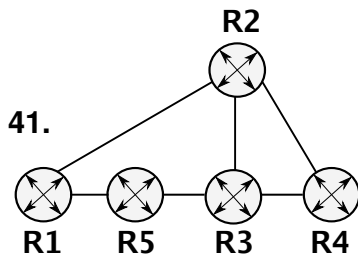
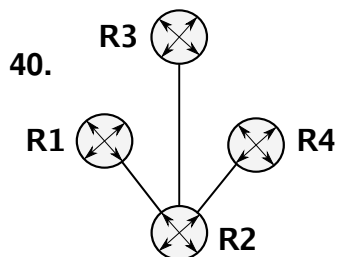
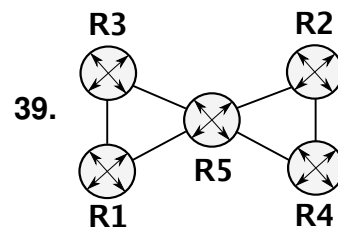
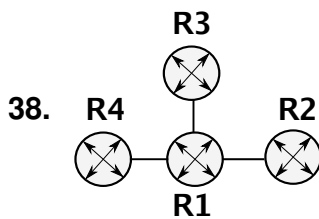
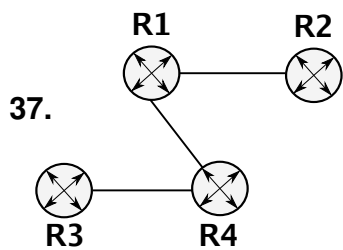
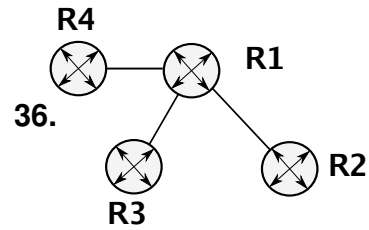
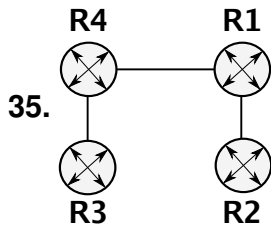
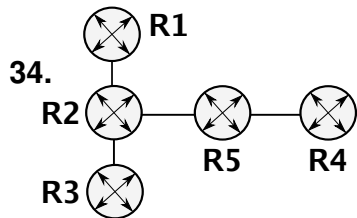
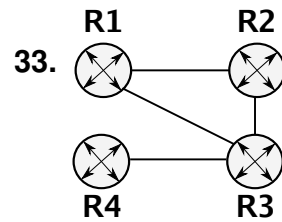
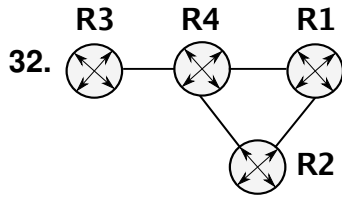
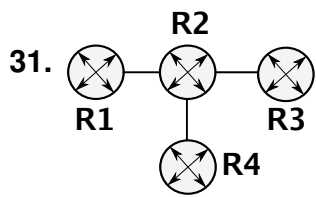


Рис. 10. Исходная топология ядра сети ЕСПД, варианты 31–45

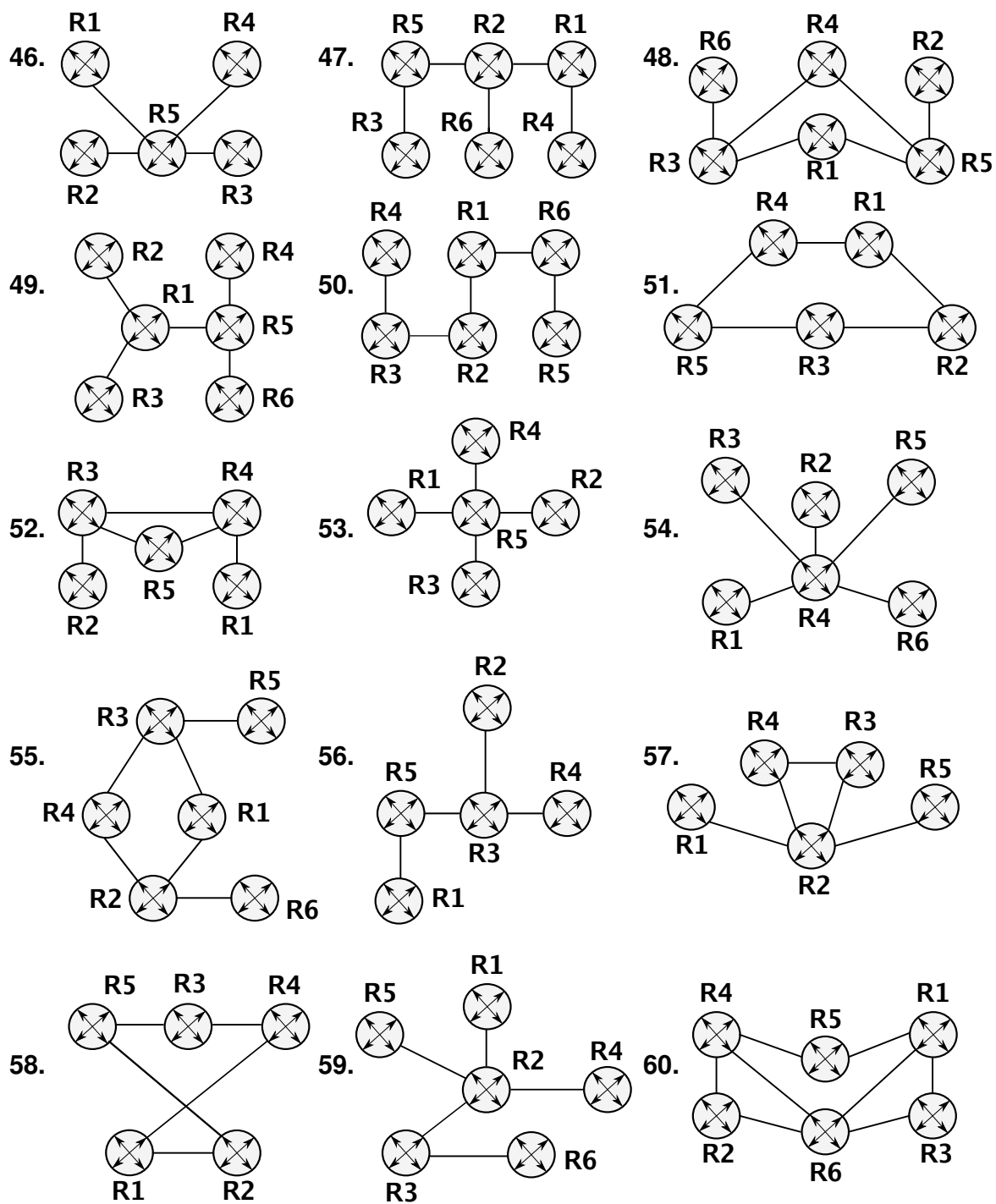


Рис. 11. Исходная топология ядра сети ЕСПД, варианты 46–60

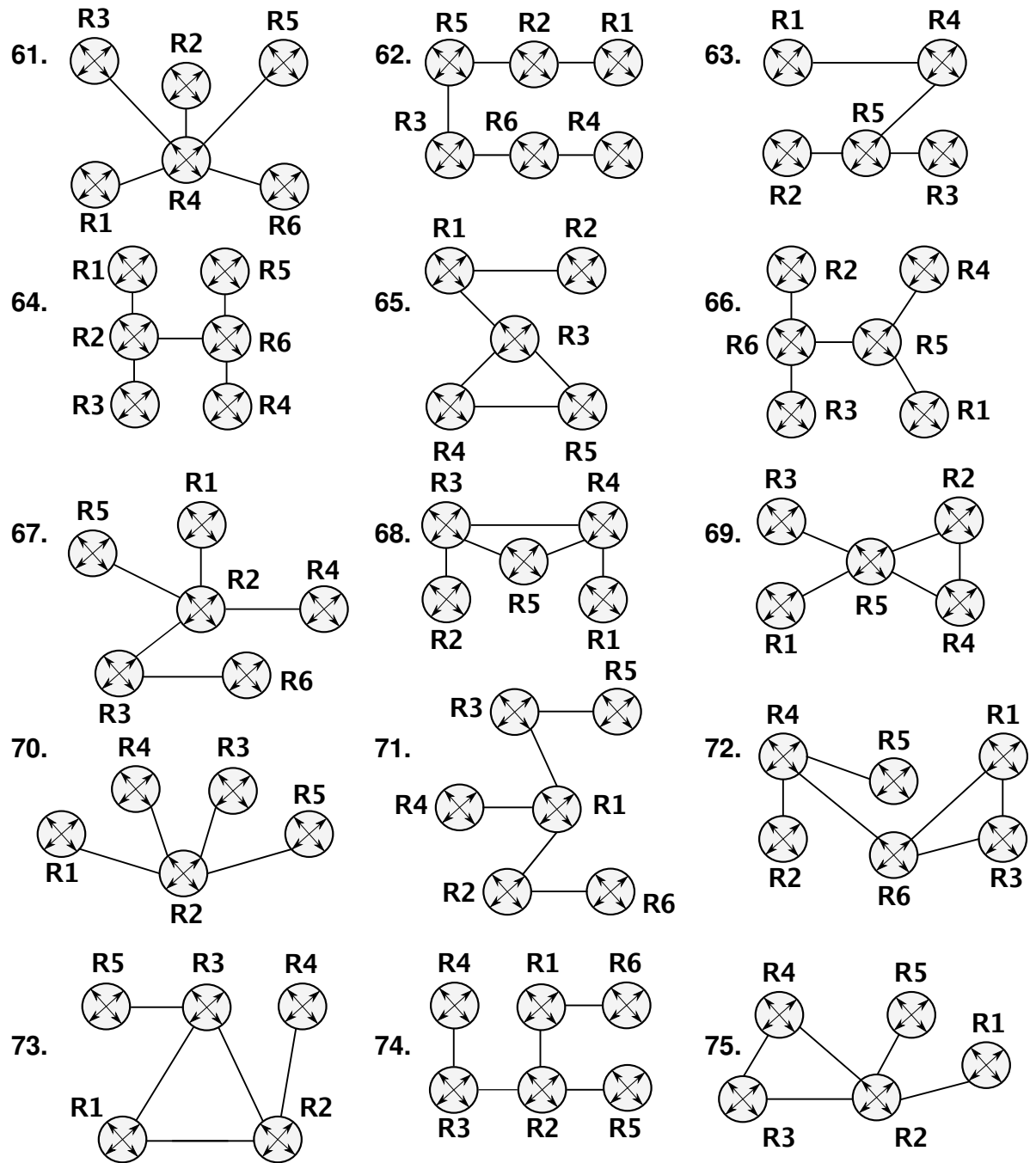


Рис. 12. Исходная топология ядра сети ЕСПД, варианты 61–75

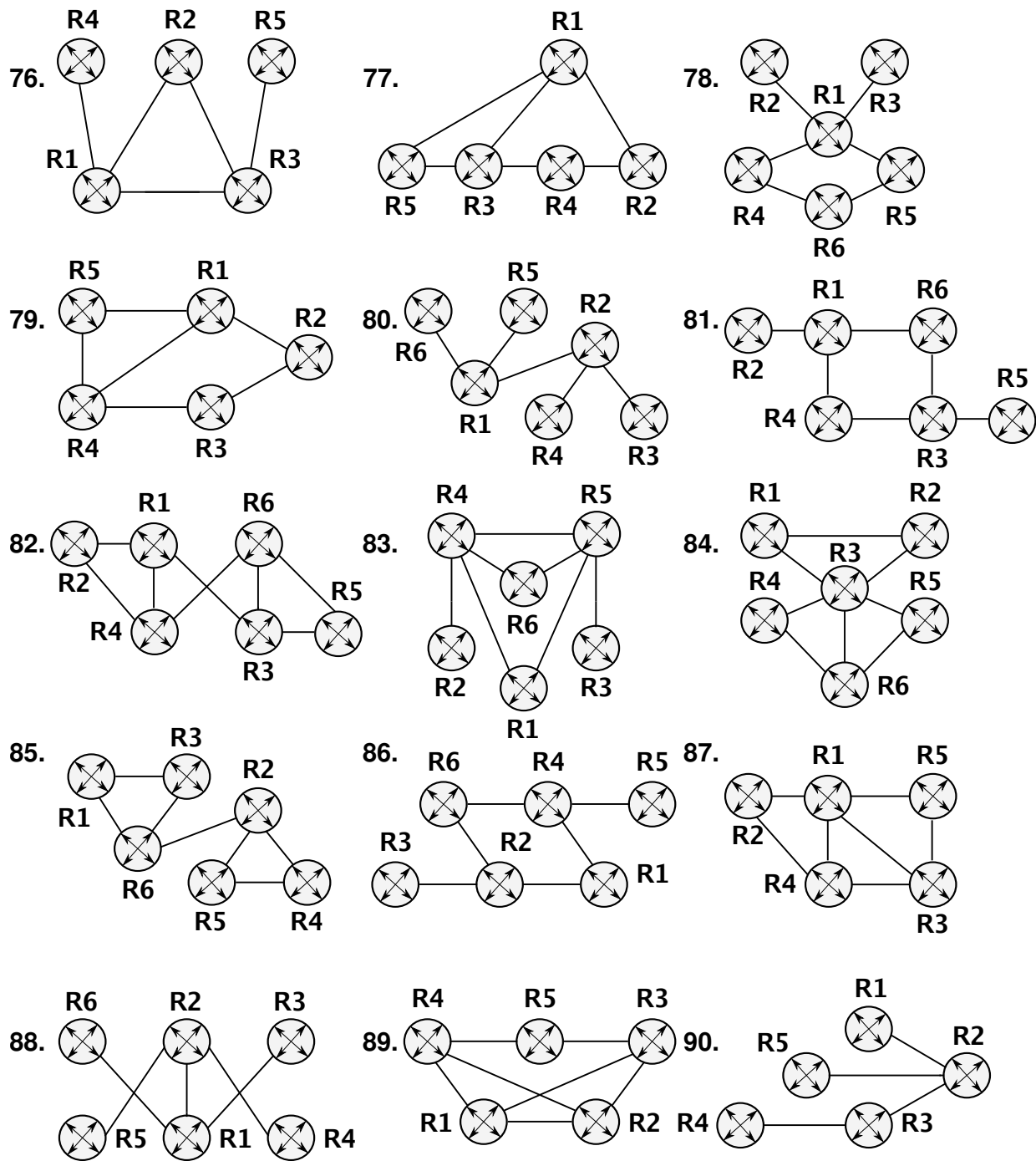


Рис. 13. Исходная топология ядра сети ЕСПД, варианты 76–90

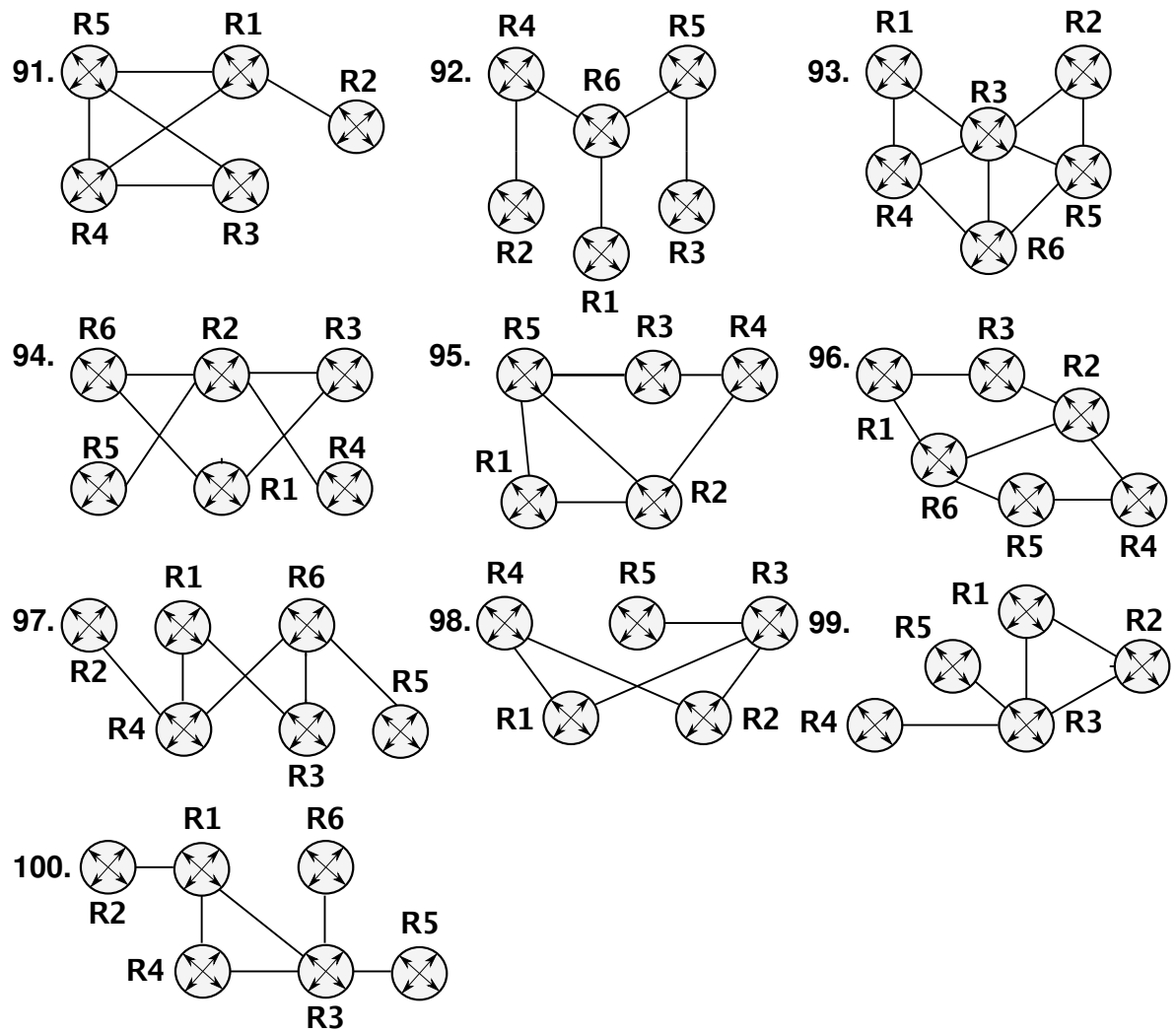


Рис. 14. Исходная топология ядра сети ЕСПД, варианты 91–100