РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

Демонстрация развертывания и возможностей по управлению, мониторингу и обеспечению отказоустойчивости высокоскоростной сети Альфа

28 сентября 2026

ФГУП «РФЯЦ–ВНИИТФ им. Академ. Е.И. Забабахина»

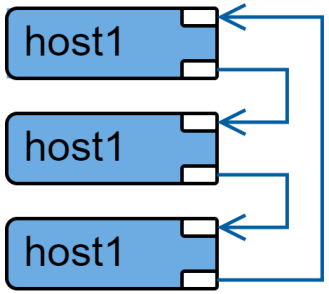
Александр Семенов, Анатолий Мукосей

Сервисная подсистема
Поддерживаемые топологии в сети Альфа

РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

ring – кольцевая топология

- Каждый адаптер строит карту сети и передает ее соседям
- До 8 узлов

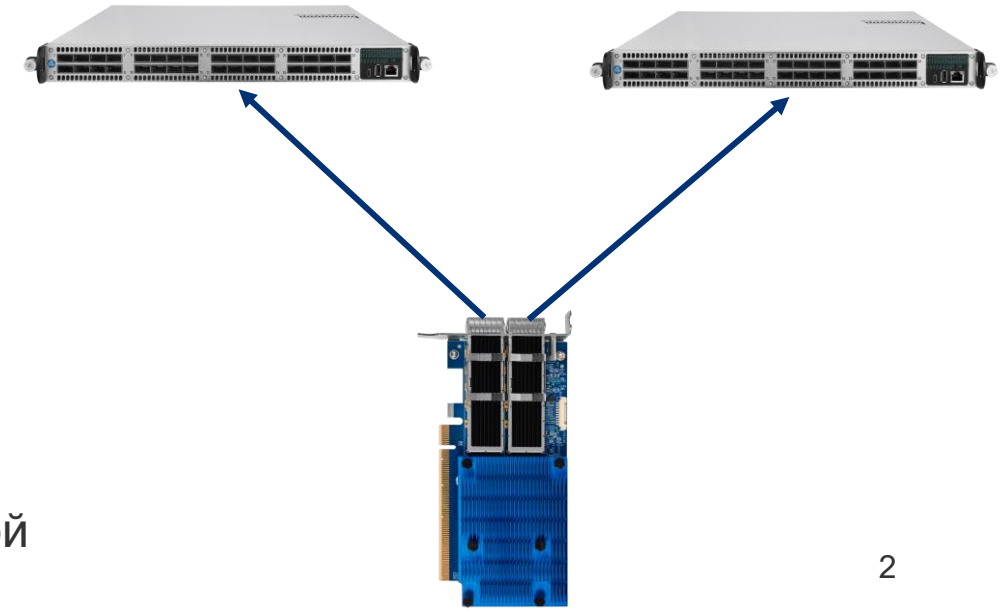


switch – коммутаторная топология

- Каждый адаптер передает информацию о себе коммутатору и получает от него информацию об участниках сети и используемых линках

mirror – отказоустойчивый режим с резервированием

- Две зеркальные сети
- Каждый коммутатор строит свою карту сети
- Каждый узел сети анализирует две полученные карты
- На основе полученной информации принимает решение о используемой подсети
- При этом:
  - В каждый момент времени трафик идет только по одной подсети



Общая схема сервисной подсистемы
Основные компоненты на коммутаторе

РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

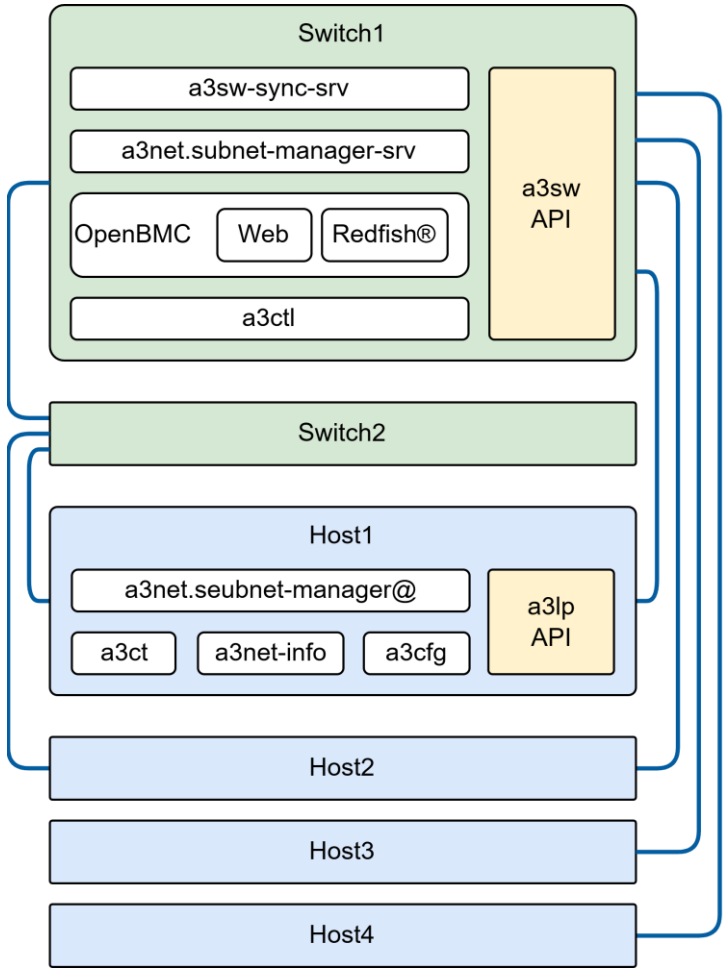
a3net.subnet-manager-srv
- Собирает информацию с каждого подключенного узла по inband сети
- Раздает полученную информацию всем подключенным узлам
- Мониторинг состояния адаптеров

a3sw-sync-srv
- Синхронизирует данные между коммутаторам

OpenBMC
- Web интерфейс
- Redfish интерфейс

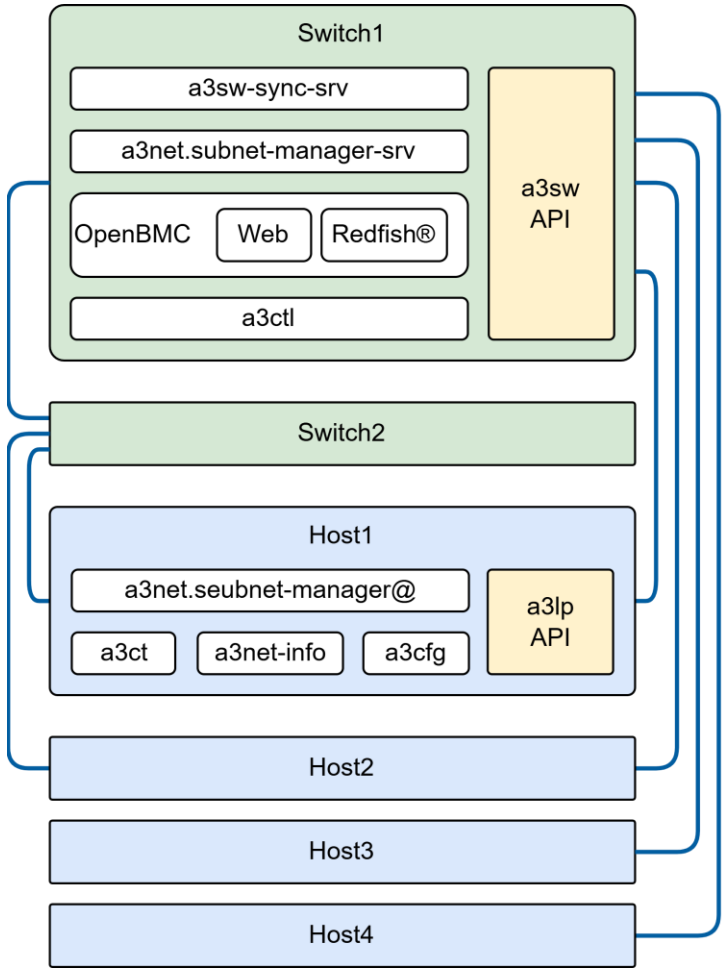
a3ctl
- Утилита командной строки управления и мониторинга адаптеров

a3sw API
- Набор библиотек (интерфейсов) для интеграции с внешними системами управления



Общая схема сервисной подсистемы
Основные компоненты на узле

РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ



a3ctl, a3net-info, a3cfg

- Утилиты командной строки для управления и мониторинга адаптерами и состояния сети, и настройки программного обеспечения

a3net.subnet-manager@[mirror|switch|ring]

- Собирает данные о подключенных адаптерах на узле:
  - количество EP, тип каналов связи, информация с FRU
- Получает данные с коммутатора по **inband** сети
- Производит настройку адаптера:
  - конфигурирует a3sn (LID)
  - выбирает подсеть для режима mirror
- Строит карту сети и таблицу маршрутов
- Поддерживает три режима работы:
  - **mirror –** отказоустойчивый режим с резервированием
  - **switch –** коммутаторная топология
  - **ring –** кольцевая топология

Утилиты управления и мониторинга

РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

Утилита командной строки a3ctl:

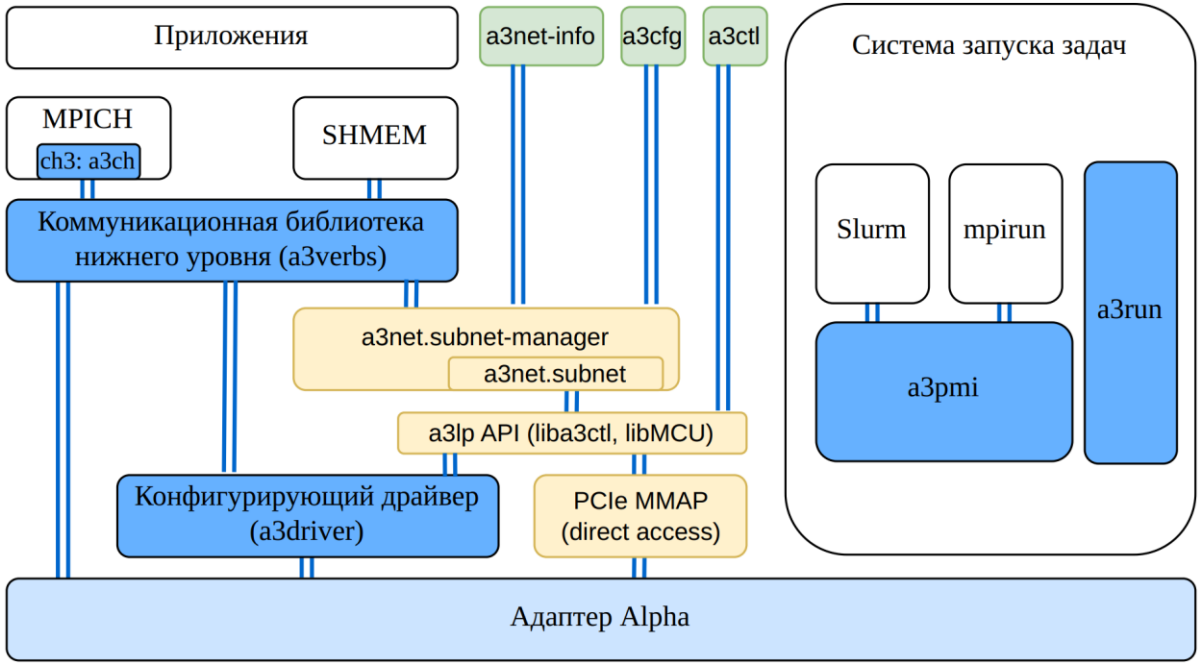
- Список доступных устройств на узле
- Производить настройку
- Получать информацию об их текущем статусе работы
- Считывать различные метрики производительности

Утилита командной строки a3cfg:

- Настройка программного обеспечения сети Альфа:
  - Менеджера подсети
  - a3eth

Утилита командной строки a3net-info:

- Состояние сети, полученное менеджером подсети:
  - Список узлов сети Альфа
  - Список коммутаторов сети Альфа
  - Список каналов связей
  - Информация о статусе подсетей (режим mirror)



Конфигурация демонстрационного стенда

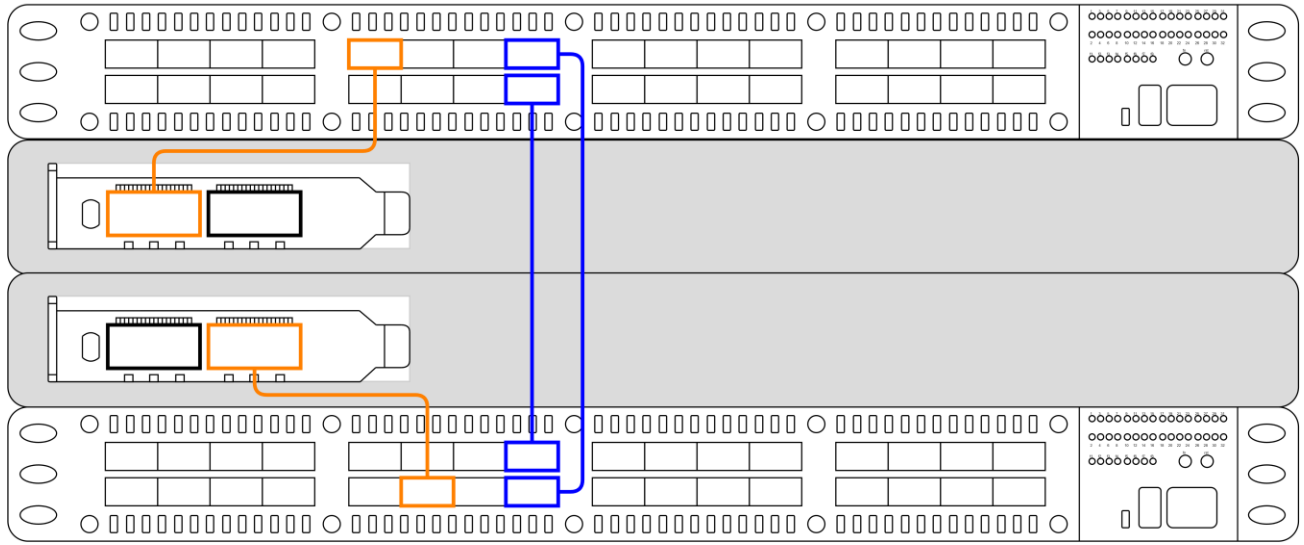
РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

2 вычислительных узла

- Сервер Kraftway Trusted TS3100 1U
- RAM: 256GB
- CPU: Intel(R) Xeon(R) Silver 4310
- Адаптер сети Альфа

2 коммутатора Альфа

- Топология switch
- Коммутаторы соединены друг с другом двумя кабелями
- К каждому коммутатору подключается вычислительный узел



Начало работы с сетью Альфа
Установка

РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

Распаковать архив:

```
# tar –xf ./tarball.tar.gz
# cd tarball
```

Проверить информацию об инсталляторе:

```
# ./install.sh –I
Tarball info:
revision
    v4.0-477-g4944bfe
build_time
    2026-09-16 09:57 (+03:00)
components
    mcu bench subprojects a3run a3driver
    route_utils a3reg_base a3eth_utils
    a3reg_mmap a3ctl a3mon a3snmgr
    a3reg_verbs tests a3pmi a3reg_cjtag
    a3eth shmem a3inband a3verbs a3sh
kernel
    6.12.68-6.12-alt1
```

Установка ПО на узле:

```
# ./install.sh
Checking:
 - a3eth
   - Checking kernel version 6.12.68-6.12-
alt1: OK
 - a3run
   - Checking perl dependency: OK
 - a3driver
   - Checking kernel version 6.12.68-6.12-
alt1: OK

Installing:
 - general
    - Applying assets  OK
 - a3reg_mmap
    - Unpacking OK
 - a3ctl
    - Unpacking OK
    - Applying assets  OK
…
…
Configuring:
 - a3driver
    - Configuring OK

Installation successful
```

Начало работы с сетью Альфа
Информация об адаптере

РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

Модуль ядра:

```
# modinfo a3driver
```

Устройство:

```
$ a3ctl dinfo -j list | jq -c ".[]"
Found 4 devices
PCI: 0000:31:00.0 fd: 0 chipid: 0.0 sriov_numvfs: 0
PCI: 0000:31:00.1 fd: 1 chipid: 0.1 sriov_numvfs: 0
PCI: 0000:32:00.0 fd: 2 chipid: 0.2 sriov_numvfs: 0
PCI: 0000:32:00.1 fd: 3 chipid: 0.3 sriov_numvfs: 0
```

```
$ a3ctl fru -jF | jq '."0".board'
{
  "date": "2025.10.29-03:00",
  "manufacturer": "VNIITF",
  "product_name": "LP_Rev3",
  "serial_number": "15000858",
  "part_number": "467124.001",
  "a3sn": "0000CA",
}
```

Серийный номер платы

```
$ a3ctl dinfo
id          name                raw         interpretation
 0 svn_revision         0x1de               r478
 1 fw_build_time_utc    0x6aa903f3          2026.09.15-08:38
22 fw_build_time_local  0x6aa903f3          2026.09.15-11:38 (MSK +0300)
 2 version              0x1010112           router: 1.2 packet: 1 regmap: 1.1
```

Информация о прошивке

```
$ a3ctl mcu temp
Temperature:
   PSU_1V0
44.000 C
   Board
39.000 C
   Chip
44.125 C
```

Начало работы с сетью Альфа
Информация о портах адаптера

РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

Статус портов:

```
$ a3ctl port info
Port:0
    links: 4
    type: full;
    status: ready;
    power: Enable;
    retry_count: 0;
    break_count: 0;
    max_break_time: 192382023458;
    dropped_flits: 0;
    dropped_packages: 0;
    neighbor: 0x00031;
```

Количество обрывов

Общее время, когда канал находится в обрыве

Идентификатор устройства с другой стороны

Счетчики:

```
$ a3ctl port counters settings enable
$ a3ctl port counters
Counters:
    Port:0 0 flit
    Port:1 0 flit
```

Общее количество переданных флитов

```
    Port:0 0 packet
    Port:1 0 packet
```

Общее количество переданных пакетов

Информация о трансиверах:

```
$ a3ctl port -vvv qsfp
Port0:
    type:           DD
    vendor_name:    Amphenol
    part_number:    NDYYYF-0002
    revision:       N
    serial_number:  APF241000250Y9
    Specification:  5.00v
    Up page type:   Paged
    Media Type:     Passive Copper Cable
    Temperature:    -1.00C
    Voltage 3.3v:   -1.00v
Port1:    undef
```

Серийный номер трансивера

Медный кабель

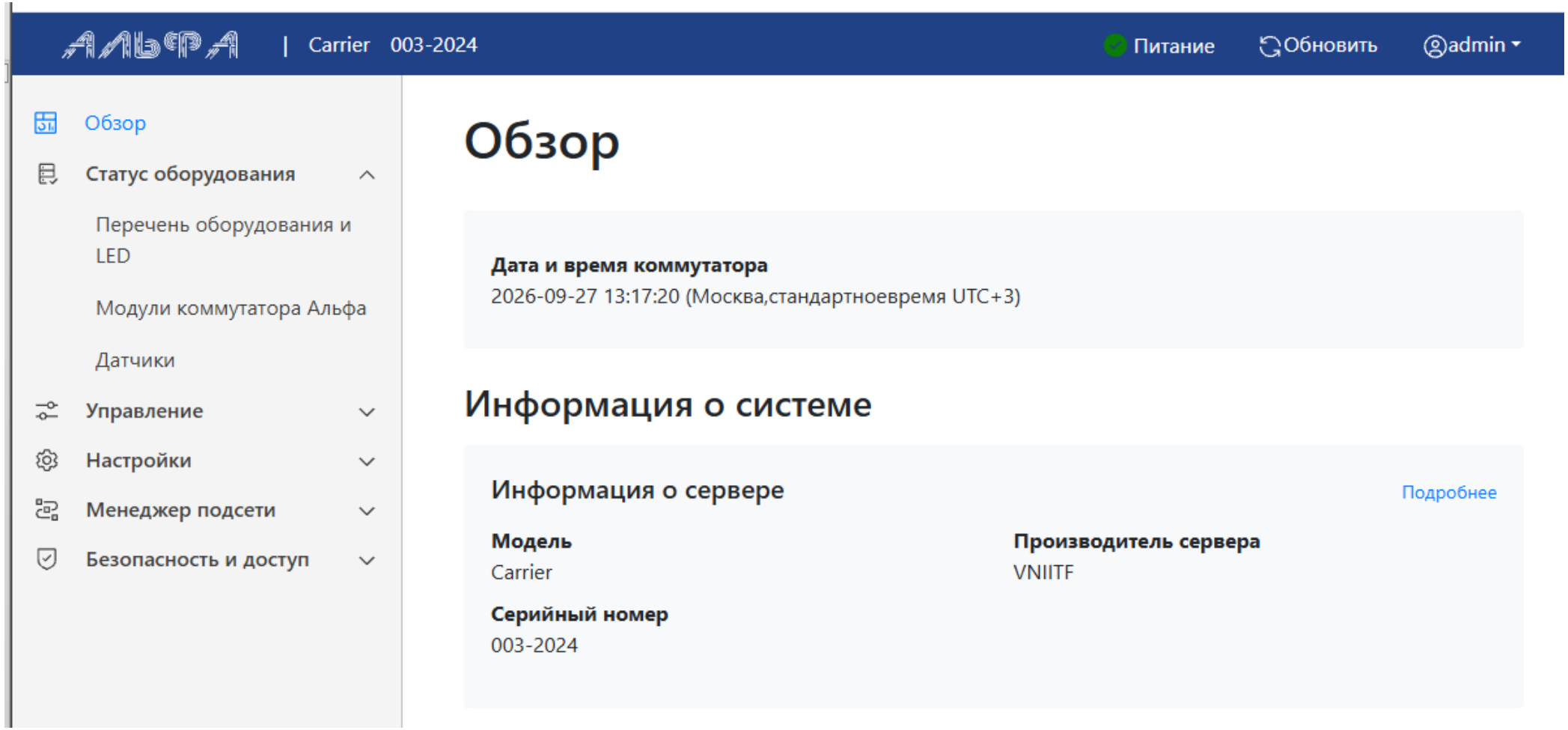
Оптический кабель

```
type:           DD
vendor_name:    Telcon
part_number:    TC-D2-C2-31-08-P
revision:
serial_number:  Y2410080062
Specification:  4.00v
Up page type:   Paged
Media Type:     Optical Interfaces: SMF
Temperature:    48.82C
Voltage 3.3v:   3.26v
```

Начало работы с сетью Альфа
Информация о коммутаторе

РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

Информация о системе:

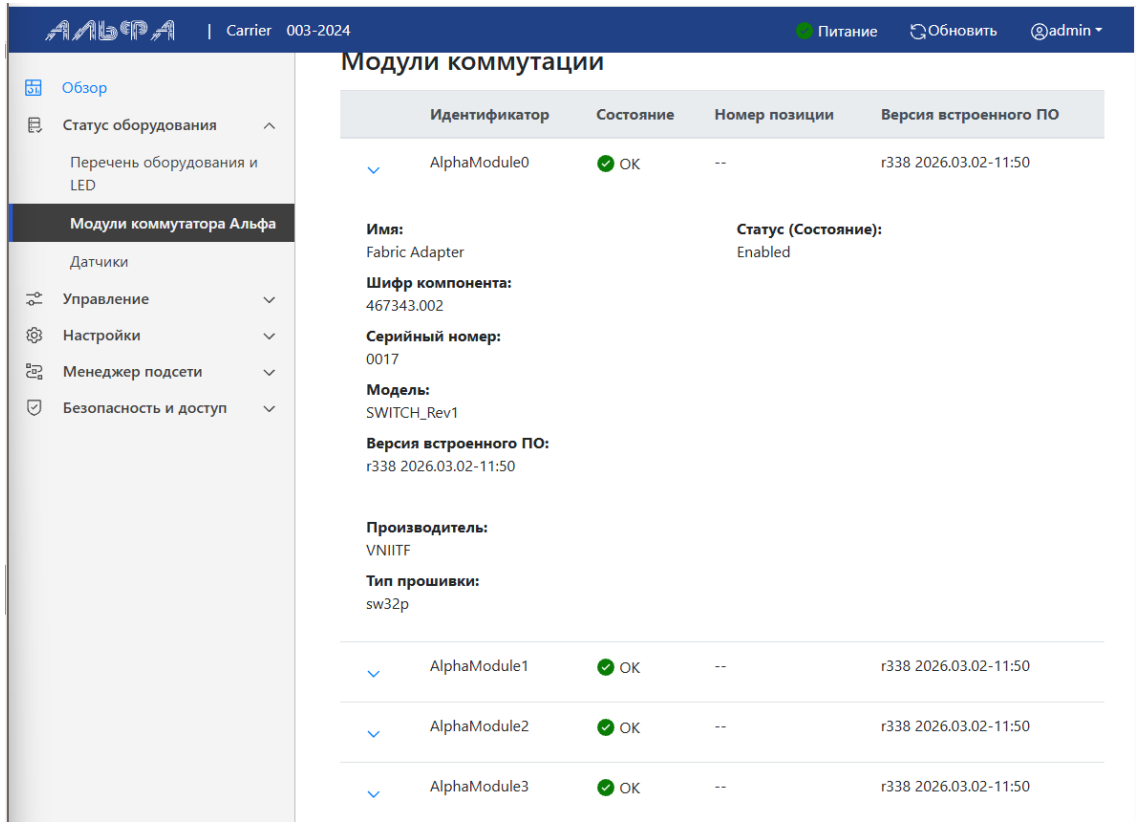


https://192.168.101.200/

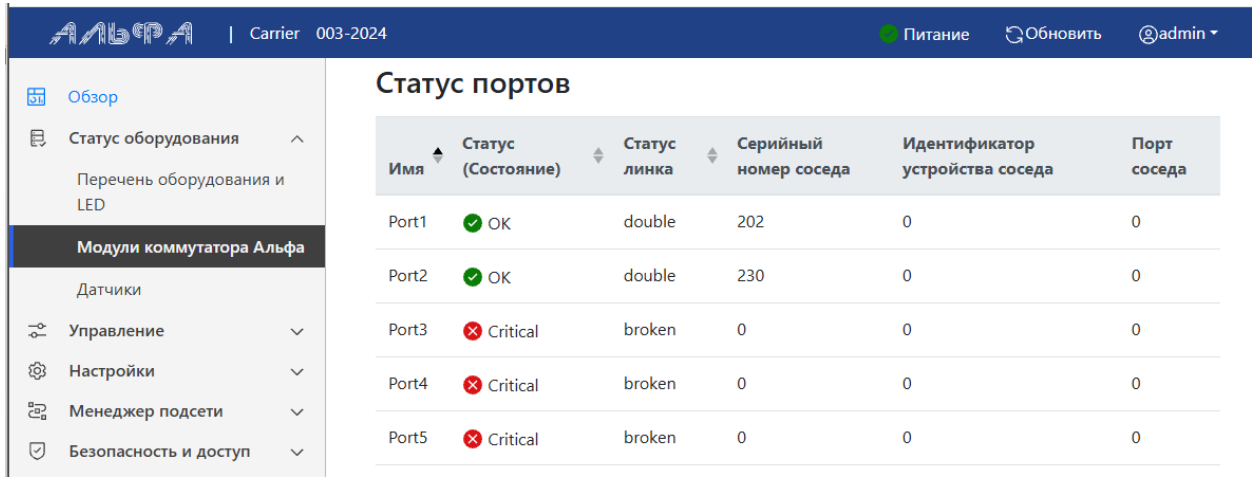
Начало работы с сетью Альфа
Информация о коммутаторе

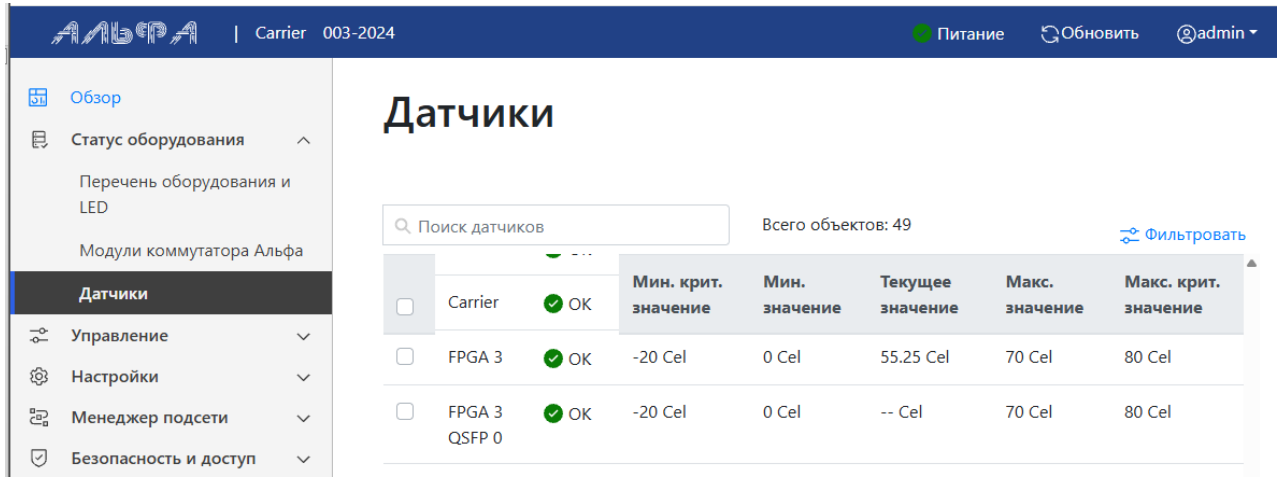
РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

Информация о модулях коммутации:



Статусы портов и датчики:





Также доступна через **Redfish**

https://192.168.101.200/hardware-status/alpha

Начало работы с сетью Альфа
Режим switch

РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

Запуск менеджера подсети:

На каждом узле:

```
$ sudo systemctl start a3net.subnet-manager@switch
```

Обзор сети:

```
$ a3net-info –s hosts
# Hosts:
a3sn UTC         timestamp (UTC+03:00)  manufacturer  product name  serial number  part number    hostname  EPs
---- ----------- ---------------------- ------------- ------------- -------------- -------------- --------- ----------
15   1715630400  2024-05-13 23:00:00    VNIITF        LP_Rev1       20242338       467124.001     pg1       2 (ALARM)
17   1759968000  2025-10-09 03:00:00    VNIITF        LP_Rev3       pg-2025-11     467124.001     pg11      4
```

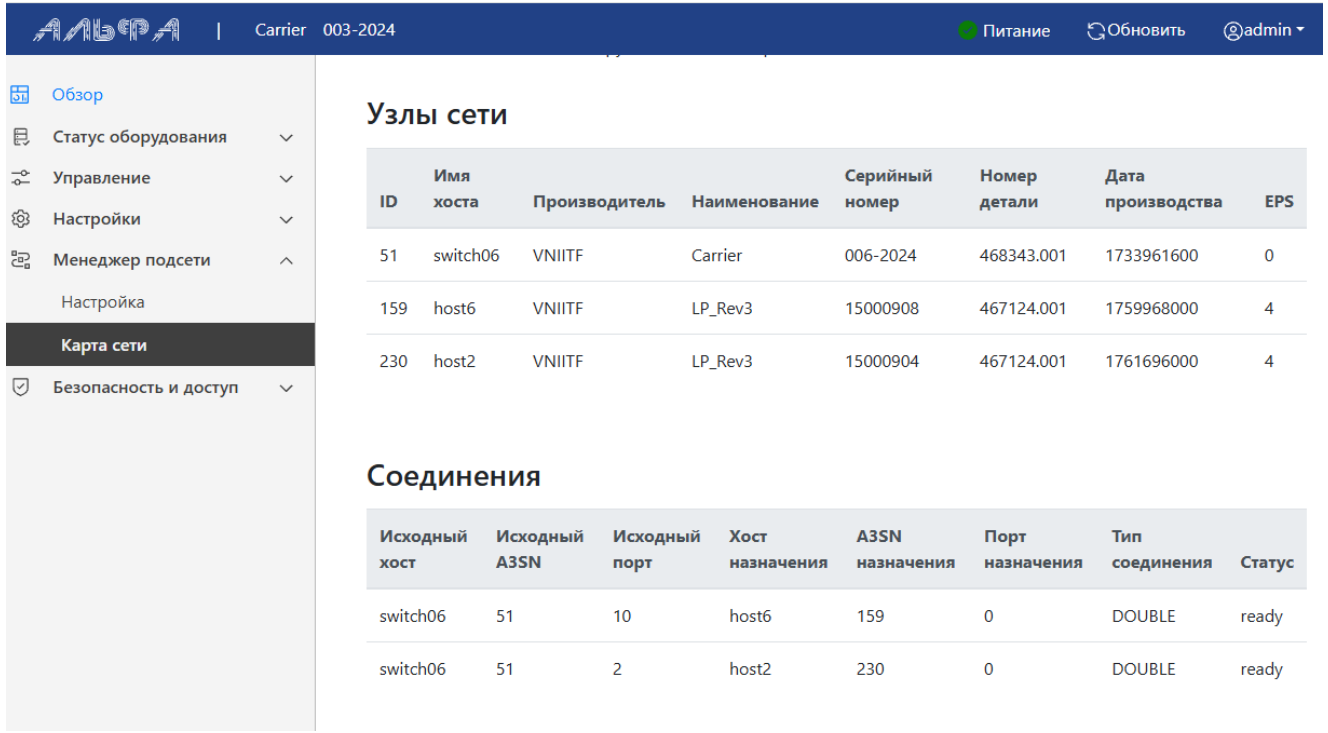
```
$ a3net-info -s connections
# Connections:
host1     id1  port1  host2     id2  port2  width
--------- ---- ------ --------- ---- ------ ------
pg7       7    0      switch07  123  6      DOUBLE
pg11      17   0      switch07  123  10     DOUBLE
pg11      17   1      switch08  122  10     DOUBLE
```

```
$ a3net-info -s routes
# Routes:
src    dst    routes
------ ------ ---------
host1  host1
host1  host2  fs0,-k:1
host2  host2
host2  host1  fs0,+k:1
```

Полная информация о сети, доступная с узла содержится в json: `/var/run/a3snmgr/var/net.json`

Мониторинг
Карта сети

РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ



*Так же доступна через **Redfish***

https://192.168.101.200/a3net-manager/network-map

Начало работы с сетью Альфа
Запуск задачи

РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

Intel MPI Benchmarks

```
$ mpirun -hosts host1,host2 -n 32 -ppn 16 \
      ./IMB-MPI1 uniband -npmin 512 -iter 10
```

```
#---------------------------------------------------
# Benchmarking Uniband
# #processes = 32
#---------------------------------------------------
       #bytes #repetitions   Mbytes/sec      Msg/sec
            0           10         0.00     18158982
            1           10        15.78     15780813
            2           10        37.98     18990746
            4           10        77.84     19459468
            8           10       140.01     17501738
           16           10       286.22     17889041
           32           10       636.51     19890785
           64           10      1259.28     19676207
          128           10      2094.58     16363899
          256           10      1214.76      4745172
          512           10       615.78      1202694
         1024           10      1364.01      1332043
         2048           10      6929.98      3383777
         4096           10      7227.13      1764437
         8192           10      8644.39      1055224
        16384           10      8888.63       542519
        32768           10      9010.36       274974
        65536           10      9047.19       138049
       131072           10      9086.64        69326
       262144           10      9095.38        34696
```

Счетчики

```
$ a3ctl port counters
Counters:
    Port:0 0 flit
    Port:1 0 flit
    Port:0 0 packet
    Port:1 0 packet
```



```
$ a3ctl port counters
Counters:
    Port:0 39168976 flit
    Port:1 0 flit
    Port:0 11866197 packet
    Port:1 0 packet
```

Мгновенная скорость (разность показаний на время)

```
============== 2026-09-25 10:44:38.869772+00:00 dt 1.027472972869873 hn host2 ==============
type | port |           curr |         speed
raw  |    0 |              0 |      0.00 Mbyte/s  [                                                  ]
data |    0 |              0 |      0.00 Mbyte/s  [                                                  ]
raw  |    1 |    55204824926 |   9690.96 Mbyte/s  [||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||]
data |    1 |    51864565118 |   9117.19 Mbyte/s  [||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||]
```

Управление портами адаптера

РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

```
$ a3ctl port -j info | jq '."0"."max_break_time"'
218297770822

$ a3ctl port -p 0 power disable

$ a3ctl port -p 0 info

Port:0
    links: 4
    type: full;
    status: broken;
    power: Disable;
    retry_count: 0;
    break_count: 0;
    max_break_time: 241182312404;
    dropped_flits: 0;
    dropped_packages: 0;
    neighbor: 0x00031;

$ a3ctl port -p 0 power enable

$ a3ctl port -j info | jq '."0"."max_break_time"'
222443319891
```

Порт выключен

Увеличился таймер сломанного линка

Менеджер подсети
Обрыв связи

РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

Обрыв связи с вычислительным узлом

```
Пт 25 сен 2026 16:14:07 MSK # Hosts:
id  production date (UTC+03:00)  manufacturer  product name  serial number  part number  hostname  EPs
--- ---------------------------- ------------- ------------ -------------- ------------ --------- ----
15  2026-07-10 03:00:00          VNIITF        LP_Rev1       20242338       467124.001   host1     4
24  2025-11-19 11:00:00          VNIITF        LP_Rev1       20242347       467124.001   host2     4

# Switches:
id  production date (UTC+03:00)  manufacturer  product name  serial number  part number  hostname  backplane
--- ---------------------------- ------------- ------------ -------------- ------------ --------- ----------
50  2024-12-09 03:00:00          VNIITF        Carrier       004-2024       468343.001   switch4   8/8
51  2024-12-12 03:00:00          VNIITF        Carrier       006-2024       468343.001   switch6   8/8

# Connections:
host1    id1  port1  host2    id2  port2  width   status
-------- ---- ------ -------- ---- ------ ------- -------
host1    15   0      switch4  50   11     DOUBLE  READY
host2    24   1      switch6  51   9      DOUBLE  READY
switch4  50   11     host1    15   0      DOUBLE  READY
switch4  50   15     switch6  51   16     DOUBLE  READY
switch4  50   16     switch6  51   15     DOUBLE  READY
switch6  51   9      host2    24   1      DOUBLE  READY
switch6  51   15     switch4  50   16     DOUBLE  READY
switch6  51   16     switch4  50   15     DOUBLE  READY

# Routes:
src    dst    routes
------ ------ --------------
host1  host1
host1  host2  fs0,-x:1,+k:1
host2  host2
host2  host1  fs1,-x:1,+z:1
```

```
Пт 25 сен 2026 16:14:14 MSK # Hosts:
id  production date (UTC+03:00)  manufacturer  product name  serial number  part number  hostname  EPs
--- ---------------------------- ------------- ------------ -------------- ------------ --------- ----
15  2026-07-10 03:00:00          VNIITF        LP_Rev1       20242338       467124.001   host1     4
24  2025-11-19 11:00:00          VNIITF        LP_Rev1       20242347       467124.001   host2     4

# Switches:
id  production date (UTC+03:00)  manufacturer  product name  serial number  part number  hostname  backplane
--- ---------------------------- ------------- ------------ -------------- ------------ --------- ----------
50  2024-12-09 03:00:00          VNIITF        Carrier       004-2024       468343.001   switch4   8/8
51  2024-12-12 03:00:00          VNIITF        Carrier       006-2024       468343.001   switch6   8/8

# Connections:
host1    id1  port1  host2    id2  port2  width           status
-------- ---- ------ -------- ---- ------ --------------- ---------------
host1    15   0      switch4  50   11     SINGLE (ALARM)  BROKEN (ALARM)
host2    24   1      switch6  51   9      DOUBLE          READY
switch4  50   11     host1    15   0      SINGLE (ALARM)  BROKEN (ALARM)
switch4  50   15     switch6  51   16     DOUBLE          READY
switch4  50   16     switch6  51   15     DOUBLE          READY
switch6  51   9      host2    24   1      DOUBLE          READY
switch6  51   15     switch4  50   16     DOUBLE          READY
switch6  51   16     switch4  50   15     DOUBLE          READY

# Routes:
src    dst    routes
------ ------ -------
host1  host1
host2  host2
```

Линк сломан

Маршрутов нет

Менеджер подсети
Обрыв связи

РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

Обрыв связи между коммутаторами

```
Пт 25 сен 2026 16:14:07 MSK # Hosts:
id  production date (UTC+03:00)  manufacturer  product name  serial number  part number  hostname  EPs
--- ---------------------------- ------------ ------------ -------------- ------------ --------- ----
15  2026-07-10 03:00:00          VNIITF        LP_Rev1       20242338       467124.001   host1     4
24  2025-11-19 11:00:00          VNIITF        LP_Rev1       20242347       467124.001   host2     4

# Switches:
id  production date (UTC+03:00)  manufacturer  product name  serial number  part number  hostname  backplane
--- ---------------------------- ------------ ------------ -------------- ------------ --------- ----------
50  2024-12-09 03:00:00          VNIITF        Carrier       004-2024       468343.001   switch4   8/8
51  2024-12-12 03:00:00          VNIITF        Carrier       006-2024       468343.001   switch6   8/8

# Connections:
host1    id1  port1  host2    id2  port2  width   status
-------- ---- ------ -------- ---- ------ ------- -------
host1    15   0      switch4  50   11     DOUBLE  READY
host2    24   1      switch6  51   9      DOUBLE  READY
switch4  50   11     host1    15   0      DOUBLE  READY
switch4  50   15     switch6  51   16     DOUBLE  READY
switch4  50   16     switch6  51   15     DOUBLE  READY
switch6  51   9      host2    24   1      DOUBLE  READY
switch6  51   15     switch4  50   16     DOUBLE  READY
switch6  51   16     switch4  50   15     DOUBLE  READY

# Routes:
src    dst    routes
------ ------ --------------
host1  host1
host1  host2  fs0,-x:1,+k:1
host2  host2
host2  host1  fs1,-x:1,+z:1
```



```
Пт 25 сен 2026 16:15:46 MSK # Hosts:
id  production date (UTC+03:00)  manufacturer  product name  serial number  part number  hostname  EPs
--- ---------------------------- ------------ ------------ -------------- ------------ --------- ----
15  2026-07-10 03:00:00          VNIITF        LP_Rev1       20242338       467124.001   host1     4
24  2025-11-19 11:00:00          VNIITF        LP_Rev1       20242347       467124.001   host2     4

# Switches:
id  production date (UTC+03:00)  manufacturer  product name  serial number  part number  hostname  backplane
--- ---------------------------- ------------ ------------ -------------- ------------ --------- ----------
50  2024-12-09 03:00:00          VNIITF        Carrier       004-2024       468343.001   switch4   8/8
51  2024-12-12 03:00:00          VNIITF        Carrier       006-2024       468343.001   switch6   8/8

# Connections:
host1    id1  port1  host2    id2  port2  width   status
-------- ---- ------ -------- ---- ------ ------- --------------
host1    15   0      switch4  50   11     DOUBLE  READY
host2    24   1      switch6  51   9      DOUBLE  READY
switch4  50   11     host1    15   0      DOUBLE  READY
switch4  50   15     switch6  51   16     DOUBLE  READY
switch4  50   16     switch6  51   15     DOUBLE  BROKEN (ALARM)
switch6  51   9      host2    24   1      DOUBLE  READY
switch6  51   15     switch4  50   16     DOUBLE  BROKEN (ALARM)
switch6  51   16     switch4  50   15     DOUBLE  READY

# Routes:
src    dst    routes
------ ------ --------------
host1  host1
host1  host2  fs0,+x:1,+k:1
host2  host2
host2  host1  fs1,-x:1,+z:1
```

Линк сломан

Маршруты перестроились

Спасибо за внимание!