



**Некоммерческое  
акционерное  
общество**

**АЛМАТИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ЭНЕРГЕТИКИ И  
СВЯЗИ ИМЕНИ  
ГУМАРБЕКА  
ДАУКЕЕВА**

Кафедра  
телекоммуникационной  
инженерии

## **ТЕХНОЛОГИИ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ**

Методические указания к выполнению лабораторных работ  
для студентов образовательной программы 6В06201 – «Радиотехника,  
электроника и телекоммуникации»

Алматы 2025

СОСТАВИТЕЛИ: Солощенко А.В., Туржанова К.М., Қадылбекқызы Э.  
«Технологии беспроводной связи». Методические указания к выполнению  
лабораторных работ для студентов ОП 6В06201 – «Радиотехника, электроника  
и телекоммуникации». – Алматы: АУЭС, 2025. – 27 с.

Методические указания содержат задания и рекомендации для  
выполнения лабораторных работ по дисциплине «Технологии беспроводной  
связи». Выполнение работ позволит овладеть методами диагностики и  
конфигурирования для решения задач настройки и юстировки радиорелейных  
пролётов в условиях коммерческой эксплуатации.

Ил. – 35, табл. – 0, библиогр. – 5.

Рецензент: ст. преподаватель каф. «АУ»

Л. Н. Рудакова

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества  
«Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева» на  
2025 г.

## **Введение**

Целью лабораторных работ является ознакомление студентов с основными этапами настройки, конфигурирования и юстировки радиорелейных пролётов, получения навыков диагностики ошибок и проблем систем радиорелейной связи, применяемой в эксплуатации сотовых сетей связи.

При строительстве и настройке радиорелейных линий связи специалисты должны обладать набором базовых знаний о принципах построения, конфигурирования и диагностики радиорелейных пролётов.

Задачей лабораторных работ является формирование у студентов набора знаний, необходимых для выполнения работ по настройке радиорелейных пролётов.

## Лабораторная работа № 1

### Конфигурирование пролёта

**Цель лабораторной работы:** целью лабораторной работы является приобретение студентами навыков самостоятельного конфигурирования пролёта радиорелейной линии связи.

- 1) Необходимо выполнить установку программного обеспечения Mini-link craft на ноутбук или компьютер.
- 2) Для подключения к магазину необходимо подключить кабель Mini USB к плате NPU 1С.
- 3) В программном обеспечении (рис. 1) нужно указать в качестве логина admin\_user или control\_user, пароль ericsson.



Рисунок 1 – Авторизация в программное обеспечение

- 4) В магазин необходимо установить плату MMU и подключить при помощи джампера и RF кабеля блок RAU.
- 5) Если нет цельности RF кабеля или вышел из строя наружный блок (RAU) в notification list, будет авария RCC.

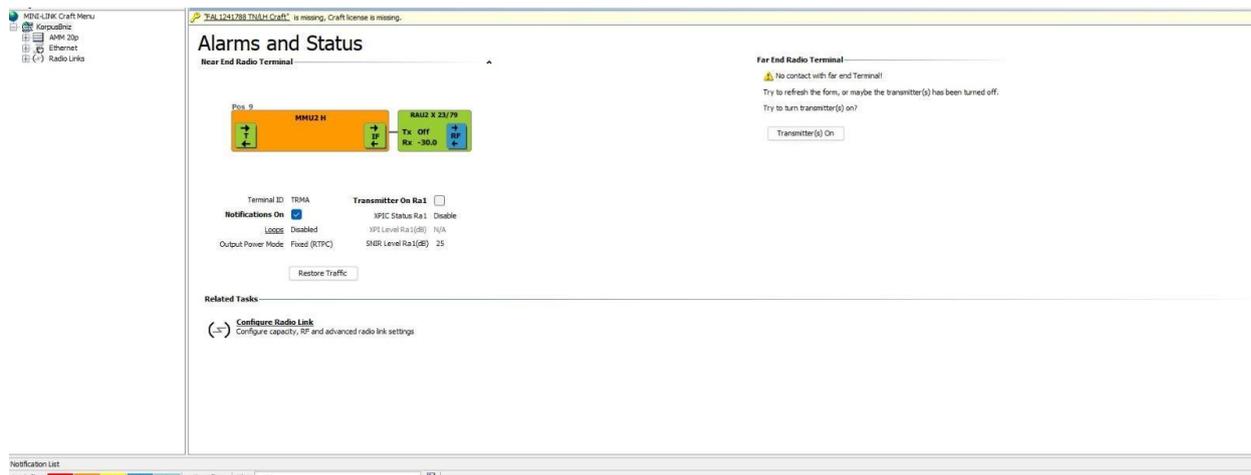


Рисунок 2 – Внешний вид интерфейса

- 6) После проведения проверки нужно провести конфигурацию и настройку пролёта (рис. 2).
- 7) В соответствии с документом протокола потока необходимо провести конфигурацию. Для этого необходимо нажать на кнопку Configure radio link.
- 8) Ниже можно увидеть конфигурацию по умолчанию, которую необходимо изменить согласно ПП (рис. 3).

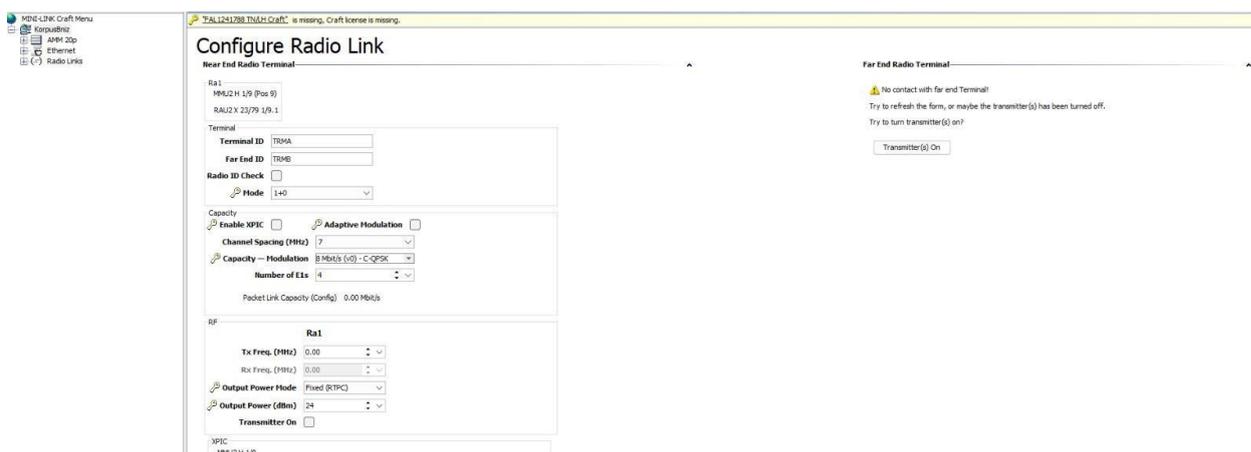


Рисунок 3 – Конфигурация радиолинка по умолчанию

Терминал ID придумываем сами и делаем, например UNI3 и UNI4. Radio ID check ставим для идентификации терминал ID. Channel spacing устанавливаем 7 МГц. Capacity и Modulation выбираем в соответствии с ПП.

Количество потоков E1 должно быть симметрично, в данном случае указываем 0. Для юстировки необходимо выбрать Fixed RTPC. Выходную мощность выбираем в соответствии с ПП, в нашем случае – 8 DBm.

Сохраняем настройку, не включая передатчик.

Стрелкой назад, возвращаемся во вкладку Alarms and status (рис.4).

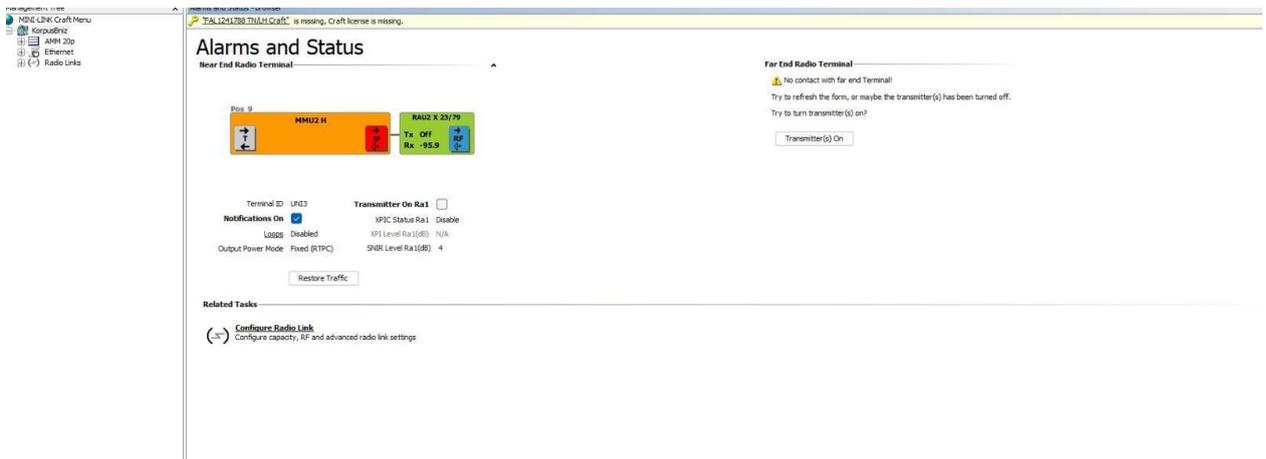


Рисунок 4 – Внешний вид вкладки Alarms and status

Антенны должны быть настроены по азимуту в соответствии с ПП. Убедившись, что по приёму нет интерференции, можно включить передатчики с обеих сторон.

Нажимаем на галочку Transmitter On, сохраняем. Также делаем на ответной стороне. Если всё выполнено правильно, будет следующая картина (рис. 5):

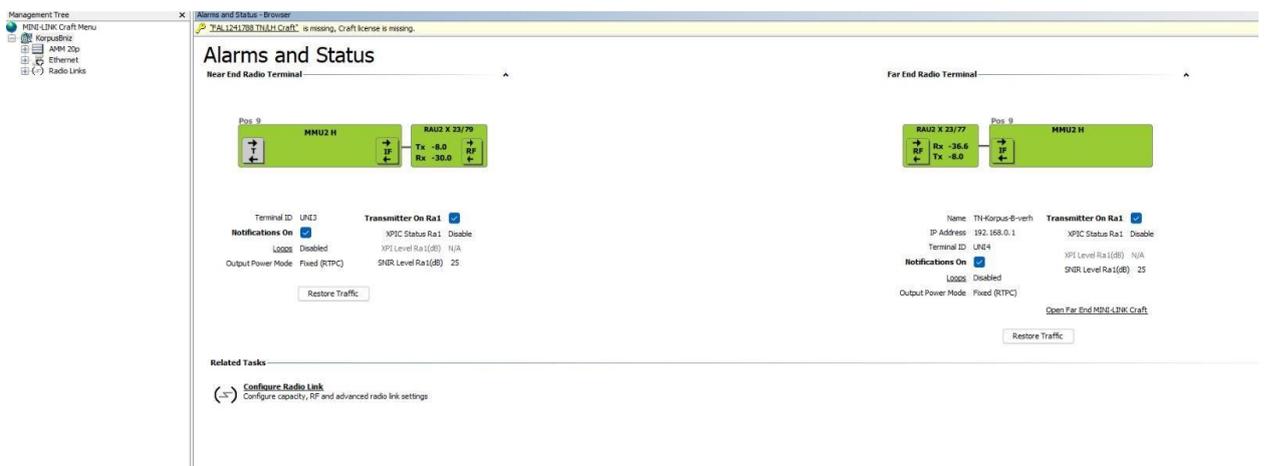


Рисунок 5 – Верное состояние пролёта

Нажимаем на Configure radio link и видим следующую картину активной конфигурации на пролёте (рис. 6):

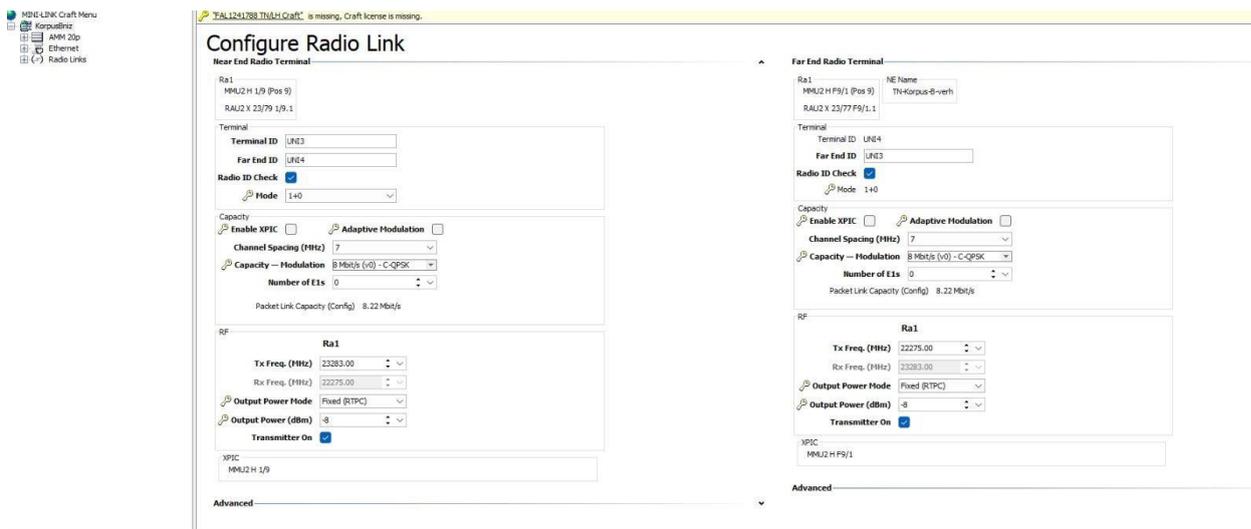


Рисунок 6 – Состояние активной конфигурации пролёта

### Контрольные вопросы:

- 1) Что такое Mini-link craft?
- 2) Что из себя представляет радиорелейный пролёт?
- 3) При помощи чего к плате MMU подключается блок RAU?
- 4) Что такое протокол потока?
- 5) О чём говорит авария RCC?

### Лабораторная работа № 2

#### Юстировка пролёта

**Цель лабораторной работы:** целью лабораторной работы является приобретение студентами навыков проведения юстировки пролёта радиорелейной линии связи.

1) Необходимый инструмент (рис. 1 – 6):



Рисунок 1 – Ключи рожковые (набор)



Рисунок 2 – Мультиметр



Рисунок 3 – Резина, изолента



Рисунок 4 – Набор раций



Рисунок 5 – Компас



Рисунок 6 – Специальный ключ для радиоблока

- 2) Бригада не менее чем из 2 человек на одной стороне.
- 3) Один находится снизу, подключён к магазину через терминал, другой находится непосредственно у антенны.
- 4) Необходимо подключиться мультиметром к RAU блоку и с помощью ключей выполнить юстировку по горизонтали и по вертикали барабана антенны, добиваясь наилучшего значения по уровню приёма и соотношения сигнал/шум.

5) SNIR или соотношения сигнал/шум нужно довести до симметричного значения с обеих сторон, и чем выше значения, тем лучше (рис. 7).

6) В случае если уровни сигнала по приёму хорошие, а SNIR плохой, это может говорить о наличии интерференции либо о неправильной юстировке пролёта, то есть антенна настроена на боковой лепесток ответной БС.

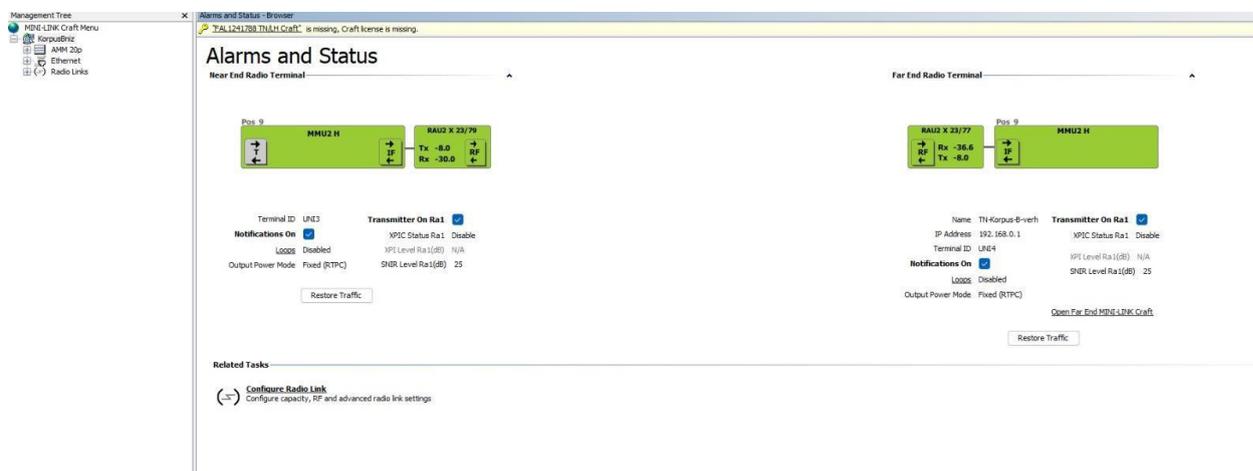


Рисунок 7 – Пример уровня сигнала и SNIR на пролёте отъюстированном успешно

### Контрольные вопросы:

- 1) Из скольких человек минимально должна состоять бригада на одной стороне настройки пролёта?
- 2) Что такое юстировка пролёта?
- 3) Какой прибор необходим, чтобы осуществить настройку наилучшего значения по уровню приёма и соотношения сигнал/шум?
- 4) Что такое SNIR?

### Лабораторная работа № 3

#### Прописание сервисов Ethernet

**Цель лабораторной работы:** целью лабораторной работы является приобретение студентами навыков прописки сервисов Ethernet и настройки пролёта радиорелейной линии связи.

- 1) Для прописания Ethernet сервисов (поднятие vlan-ов), необходимо прописать vlan на РРЛ пролёте.
- 2) Есть LAN порт для физического подключения, есть WAN порт, то есть виртуальный порт, который будет участвовать при добавлении vlan, чтобы собрать маршрут.

- 3) Авторизуемся в Mini-link craft с 2 компьютеров, подключенных к разным магазинам.
- 4) Нажимаем на + Ethernet в древе и выбираем необходимый LAN1/11/6 -порт, нажимаем на него правой кнопкой и выбираем Configure General (рис. 1).
- 5)

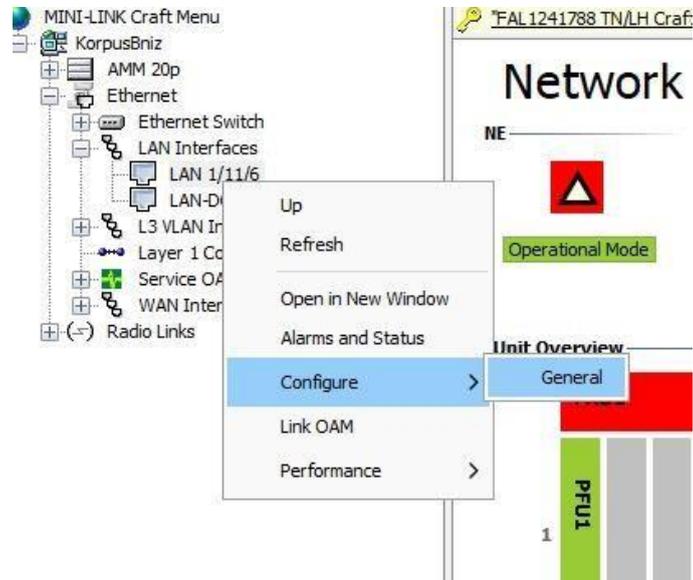


Рисунок 1 – Выбираем настройку Configure General

- 6) Во вкладке Connect to выбираем любой Switch порт (рис. 2).

NPU1 C 1/11  
LAN 1/11/6 - Configure

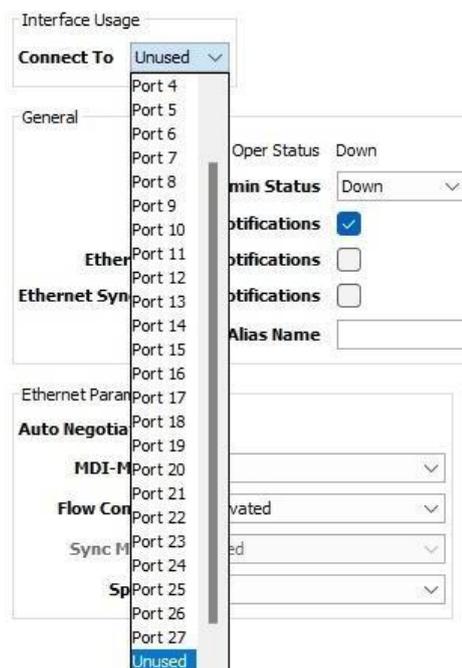


Рисунок 2 – Switch порты

7) Например, выбрали 1-й порт. Admin status перевести в up. И все notification включить. В Alias name необходимо присвоить имя порта, например: RNC. Остальные настройки оставляем без изменений (рис. 3).

NPU1 C 1/11  
LAN 1/11/6 - Configure

Interface Usage  
Connect To Port 1

General

Oper Status Down  
Admin Status Up  
Notifications   
Ethernet Down Notifications   
Ethernet Sync Support Notifications   
Alias Name RNC

Ethernet Parameters

Auto Negotiation   
MDI-MDIX Auto  
Flow Control Deactivated  
Sync Mode Disabled  
Speed Auto

Рисунок 3 – Конфигурация LAN

8) Переходим к конфигурации WAN порта. В терминале нажимаем на +NPU1C и выбираем RL-IME 1/11/100 группу. Нажимаем на неё правой кнопкой и выбираем Configure. Загрузка может занять некоторое время. Включаем все неактивные галочки и выбираем необходимую плату из Available packet list (рис.4).

NPU1 C 1/11  
RL-IME 1/11/100 - Configure

Capacity

Max Supported Links 4  
Max Capacity 1616 Mbit/s

Notifications and Alarms

Notifications  No Traffic Alarm  LL Unable To Protect   
Degraded Service Alarm  Reassembly Alarm   
Oversubscription  Resource Oversubscription

Setting

Single Mode  
 Radio Link Bonding Mode  
Radio Link Bonding Status No Link

Available Packet Links

Id	Capacity (Mbit/s)
Packet Link 1/9/1	8.22
Packet Link 1/15/1	8.22

Assigned Packet Links

Id	Capacity (Mbit/s)
There are no items in this view	

Free Links: 1 Free Capacity: 1616 Mbit/s

Рисунок 4 – Конфигурация WAN порта

9) Нажимаем на >>, чтобы перетянуть выбранную плату и нажимаем Save (рис. 5).

NPU1 E 1/11  
RL-IME 1/11/100 - Configure

Capacity

Max Supported Links 4  
Max Capacity 1616 Mbit/s

Notifications and Alarms

Notifications  No Traffic Alarm  LL Unable To Protect   
 Degraded Service Alarm  Reassembly Alarm  
 Oversubscription  Resource Oversubscription

Setting

Single Mode  
 Radio Link Bonding Mode

Radio Link Bonding Status No Link

Available Packet Links

Id	Capacity (Mbit/s)
Packet Link 1/15/1	8.22

Assigned Packet Links

Id	Capacity (Mbit/s)
Packet Link 1/9/1	8.22

>>  
<<

Free Links: 0 Free Capacity: 1607 Mbit/s

Рисунок 5 – Установка платы

10) Разворачиваем в древе вкладку Ethernet. У нас там появилась группа WAN interfaces, разворачиваем её и там выбираем WAN 1/11/100. Нажимаем на неё правой кнопкой и выбираем Configure > General (рис. 6).

11)

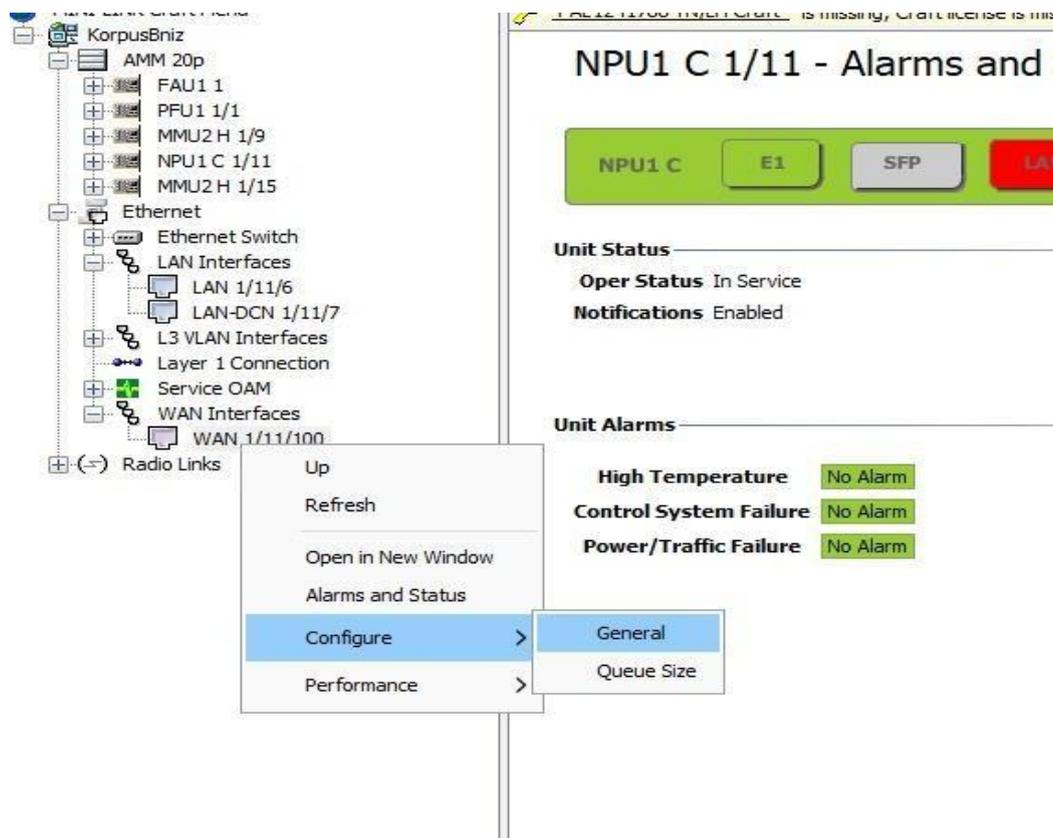


Рисунок 6 – Древо вкладки Ethernet

12) Здесь в настройках присваиваем Switch port через Connect to, например 2, Admin status должен быть в up. И здесь присваиваем Alias name (например): KorpusBniz-KorpusVverh (рис. 7).

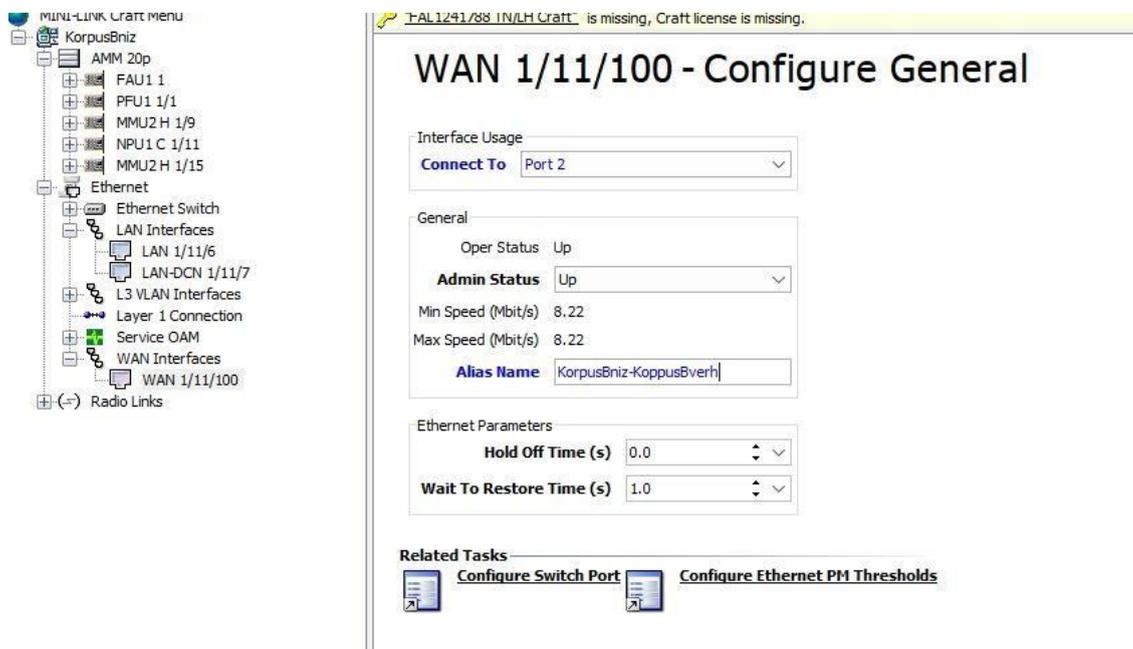


Рисунок 7 – Присвоение Switch port

- 13) Теперь, если нажать на Ethernet, то у нас появятся 2 порта (рис. 8).

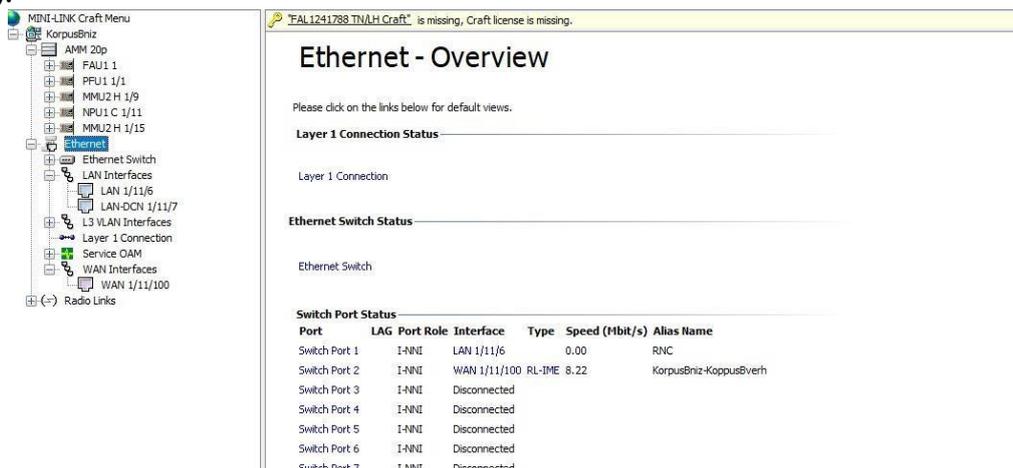


Рисунок 8 – Образование 2 портов

14) Для того чтобы Port role был в UNI (необходимо для установки правил на порт), нужно в древе развернуть Ethernet switch, выбрать Switch port, присвоенный LAN порту и правой кнопкой зайти в Configure. Там переводим Role port в UNI и нажимаем SAVE.

15) Теперь при нажатии в древе на Ethernet увидим, что Role port изменился на UNI (рис.9).

## Ethernet - Overview

Please click on the links below for default views.

### Layer 1 Connection Status

Layer 1 Connection

### Ethernet Switch Status

Ethernet Switch

### Switch Port Status

Port	LAG	Port Role	Interface	Type	Speed (Mbit/s)	Alias Name
Switch Port 1		UNI	LAN 1/11/6		0.00	RNC
Switch Port 2	I-NNI	I-NNI	WAN 1/11/100	RL-IME	8.22	KorpusBniz-KoppusBverh
Switch Port 3	I-NNI	I-NNI	Disconnected			
Switch Port 4	I-NNI	I-NNI	Disconnected			
Switch Port 5	I-NNI	I-NNI	Disconnected			

Рисунок 9 – Изменение Role port

16) Нажимаем правой кнопкой на Ethernet Switch > Configure > VLAN. Чтобы добавить VLAN, необходимо нажать на кнопку в правом углу экрана ADD row. Выполняем настройку в соответствии с принтскрином ниже (рис. 10):

## Ethernet Switch - Configure VLAN



Рисунок 10 – Добавление VLAN

- 17) Для присвоения IP адресов на ноутбуках необходимо зайти в настройку сетевой платы и выбрать IP адреса из одной подсети.
- 18) Разобрать Ethernet Service необходимо в обратном порядке.
- 19) Проведём Ping (рис. 11).

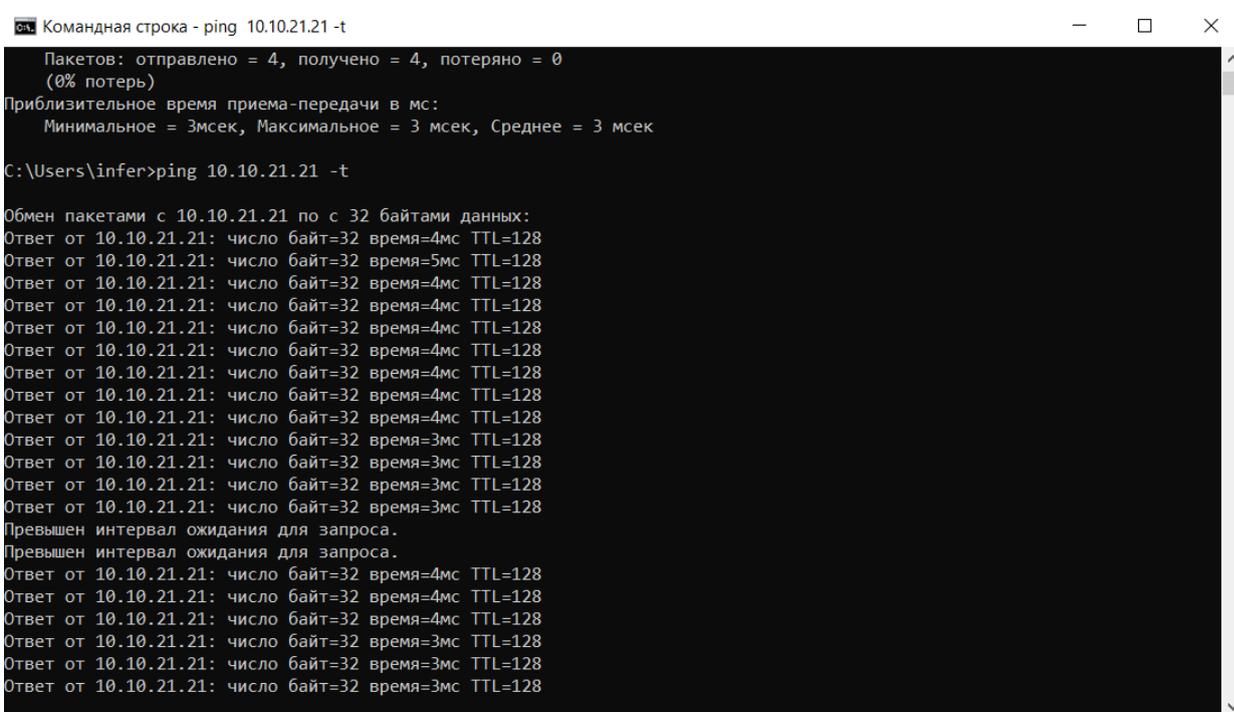


Рисунок 11 – Проверка ping

### Контрольные вопросы:

- 1) Что такое vlan?
- 2) Что такое WAN interfaces?
- 3) Что такое Role port?
- 4) Какую настройку необходимо выполнить на ноутбуках чтобы присвоить IP адреса?
- 5) Как проверить, что всё прописано верно?

## Лабораторная работа № 4

### Замена MMU/ замена слота в АММ(магазине)

**Цель лабораторной работы:** целью лабораторной работы является приобретение студентами навыков замены MMU платы или замены слота в АММ (магазине) и настройки пролёта радиорелейной линии связи.

1) При выходе из строя платы MMU её необходимо заменить физически, для этого необходимо нажать кнопку на MMU, br одноразово, загорается индикатор оранжевым и приходит сообщение (рис.1):

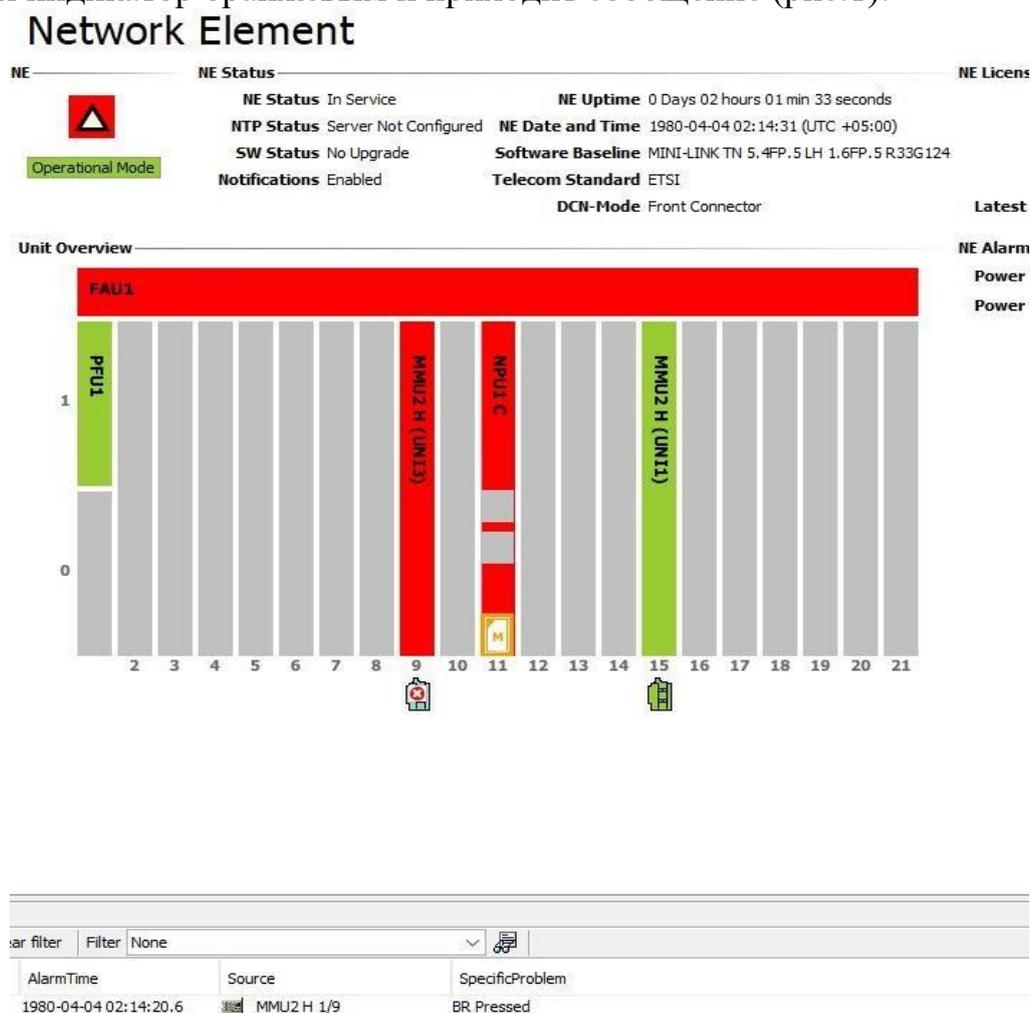


Рисунок 1 – Статус плат

2) Вынимаем из слота плату. Берём новую плату и вставляем в слот. В случае ненажатия кнопки br может случиться прерывание сервисов и выход из строя магазина.

2) Для выполнения замены слота в магазине необходимо разобрать Ethernet Services.

3) Для этого заходим в древе Ethernet switch > Configure > VLAN и удаляем WAN port (рис.2).

## Ethernet Switch - Configure VLAN

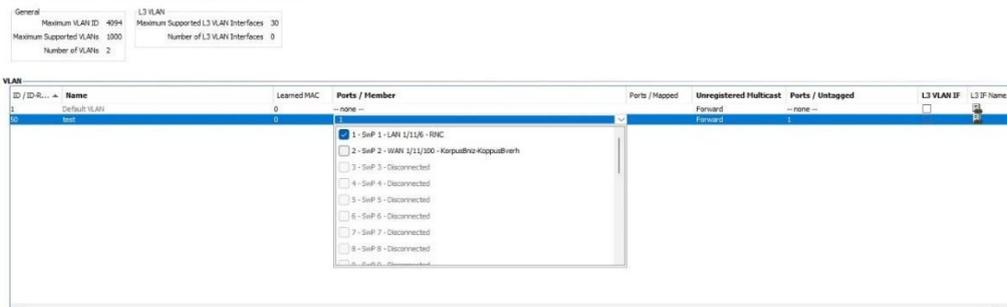


Рисунок 2 – Удаление WAN порта

4) В древе выбираем WAN 1/11/100 > Configure > General > Connect to выставляем на Unused. Admin status переводим в Down, а также, удаляем Alias Name (рис.3).

## WAN 1/11/100 - Configure General

Рисунок 3 – Настройка WAN

5) После сохранения выйдет сообщение с уточнением, тот ли сервис вы разбираете. Убеждаетесь в верности и нажимаете ок. Загрузка может занять время (рис. 4).



Рисунок 4 – Сообщение уточнение

б) Нажимаем кнопку br на плате MMU, после оранжевой индикации и сообщения br pressed вынимаем плату и в программе нажимаем на плате на красный крест (рис. 5).

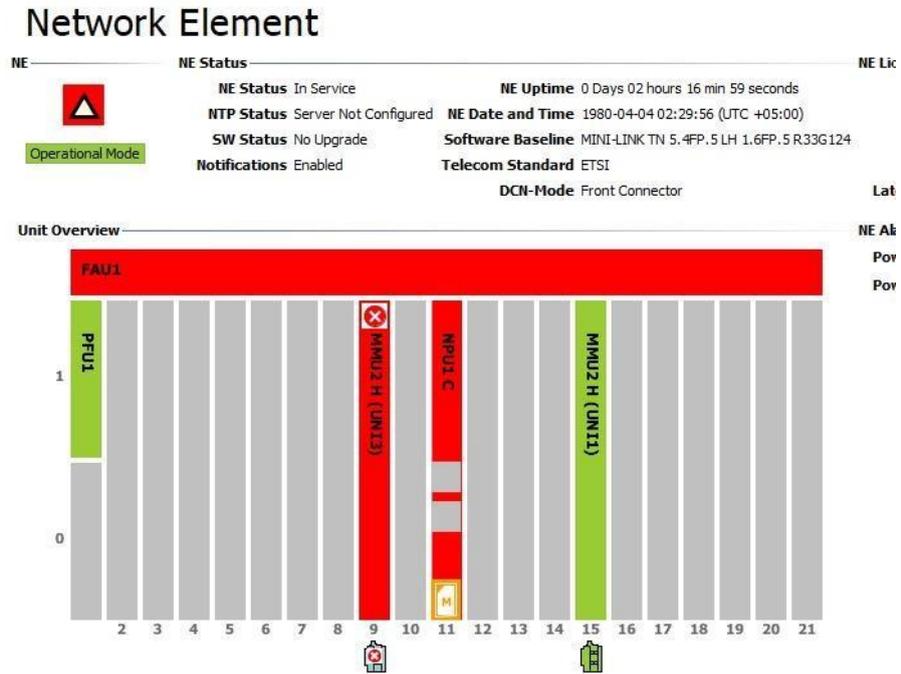


Рисунок 5 – Удаление платы с ПО

И выходит слот статус (рис. 6):

### Slot Status

Position ▲	Reserved Unit	Reserved Product Number	Position State	Clear Reservation
0				
1	PFU1	ROJR 211 001/1	Valid Unit	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9.1	RAU2 X 23/79	UKL40163/79	Inaccessible Unit	<input type="checkbox"/>
9	MMU2 H	ROJ 208 1308/1	Inaccessible Unit	<input type="checkbox"/>
10				
11.4				
11.5				
11	NPU1 C	ROJR 208 011/1	Valid Unit	
12				
13				
14				
15.1	RAU2 X 38/15	UKL40172/15	Valid Unit	
15	MMU2 H	ROJ 208 1308/1	Valid Unit	
16				
17				
18				
19				
20				
21				

Рисунок 6 – Слот статус

Здесь выбираем MMU в необходимом слоту и нажимаем SAVE  
Поле этого при переходе в магазин плата исчезнет (рис. 7):

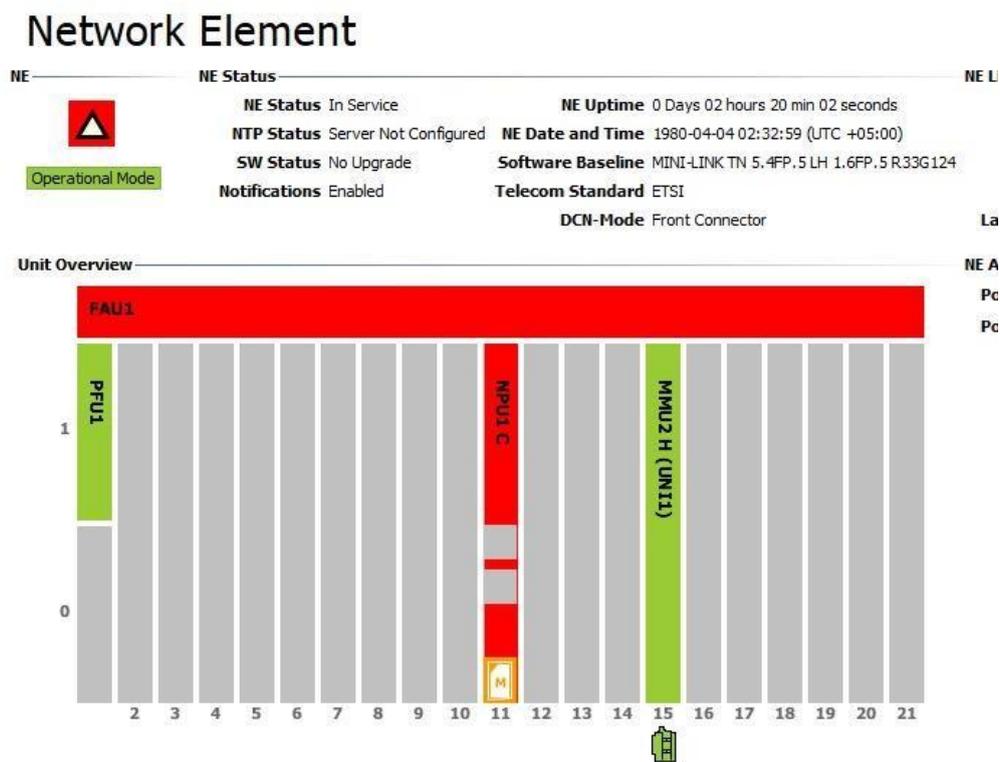


Рисунок 7 – Вид на магазин и статус плат

7) Переставляем плату в другой слот, прикручиваем к ней джампер RAU блока. Ждём, пока магазин выведет следующую картинку (рис. 8):

# Network Element

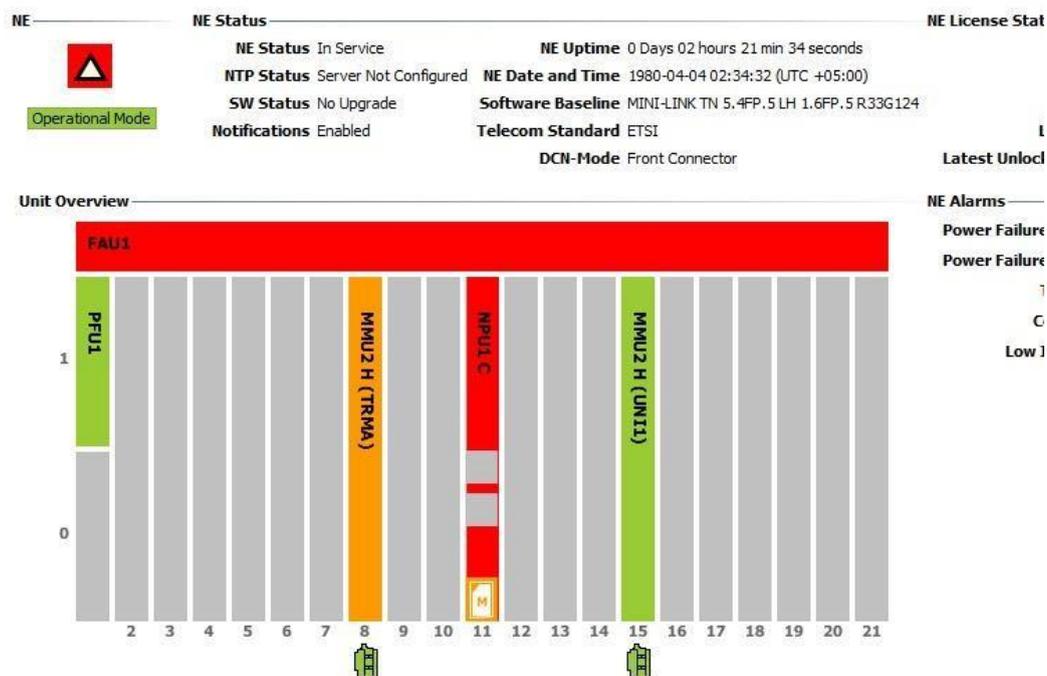


Рисунок 8 – Вид на магазин и статус плат после переключения

8) Чтобы восстановить сервис, необходимо поднять пролёт в соответствии с лабораторной работой № 1 и прописать Ethernet service согласно лабораторной работе № 3.

9) Проверить работоспособность при помощи пинга с одного компьютера на другой.

## Контрольные вопросы:

- 1) На какую кнопку необходимо нажать, перед тем как извлечь плату MMU из магазина?
- 2) Где можно посмотреть статус плат в магазине?
- 3) Каким должен быть Admin status при выполнении замены платы MMU?
- 4) После выполнения каких команд плата исчезнет из магазина логически?

## Лабораторная работа № 5

### Замена RAU и смена диапазона частот

**Цель лабораторной работы:** целью лабораторной работы является приобретение студентами навыков замены RAU блока и смены диапазона частот на пролёте радиорелейной линии связи.

1) В случае, если на РРЛ пролёте поменялась ответная БС и дистанция между БС увеличилась, то необходимо произвести замену RAU на другой диапазон частот в соответствии с вновь выданным ПП.

2) Блок MMU остаётся физически без изменений, RAU блок меняется на необходимый в соответствии с ПП, но при подключении к MMU он не может быть определён, так как плата MMU хранит конфиг RAU.

3) Для понимания того, какое оборудование установлено, переходим во вкладку inventory, нажимаем на название магазина правой кнопкой, далее tools > inventory (рис. 1).

#### корпусvniZ inventory

Hardware Information					
Hardware	Rack/Position	Product Number	Release	Serial No.	Asset ID
AMM 20p	1	BFD 599 028/1			
Backplane AMM 20p	1	ROJR 605 001/1	R3A	TY11568539	
FAU1	1	BFD 509 14/1			
PFU1	1/1	ROJR 211 001/1	R3A	C081050526	
MMU2 H	1/8	ROJ 208 1308/1	R3A	A2310BB0SL	ENKazakhstan-Kyrbaltabai
RAU2 X 23/79	1/8.1	UKL40163/79	R5A	A2310BAXAJ	
NPU1 C	1/11	ROJR 208 011/1	R3D	A2310BBECT	Chimbulak
RMM	1/11.1				
MMU2 H	1/15	ROJ 208 1308/1	R3A	A2310CKWRF	Kazgasa - Orbita1
RAU2 X 38/15	1/15.1	UKL40172/15	R2A	A2310B8ZWF	

Software Information					
Software	Rack/Position	Product Number	Release	Part of MINI-LINK_TN_5.4FP.5_LH_1.6FP.5_R33G124	
MMU2 H	1/8	CXP 901 1133/6	R17G13	Yes	
RAU2 X 23/79	1/8.1	CXP 901 2878	R5H01	N/A. (Radio SW is not part of baseline. )	
NPU1 C	1/11	CXP 901 4938/4	R33G124	Yes	
MMU2 H	1/15	CXP 901 1133/6	R17G13	Yes	
RAU2 X 38/15	1/15.1	CXP 901 2878	R5H01	N/A. (Radio SW is not part of baseline. )	

Common Information		
Common	Product Number	Release
Software Baseline	CXP9010021_1	MINI-LINK_TN_5.4FP.5_LH_1.6FP.5_R33G124

**Related Tasks**

-  **Edit Asset ID**  
Modify Asset ID information.

Рисунок 1 – Вид вкладки inventory

4) Для этого необходимо корректно удалить RAU с помощью Slot reservation: нажимаем на крестик (рис. 2–3):



Рисунок 2 – Удаление RAU

### Slot Status

Position ▲	Reserved Unit	Reserved Product Number	Position State	Clear Reservation
0				
1	PFU1	ROJR 211 001/1	Valid Unit	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8.1	RAU2 X 38/15	UKL40172/15	Inaccessible Unit	<input type="checkbox"/>
8	MMU2H	ROJ 208 1308/1	Valid Unit	
9				Selects the position to clear the position in the AMM.
10				
11.4				
11.5				
11	NPU1 C	ROJR 208 011/1	Valid Unit	
12				
13				
14				
15.1	RAU2 X 38/15	UKL40172/15	Inaccessible Unit	<input type="checkbox"/>
15	MMU2H	ROJ 208 1308/1	Valid Unit	
16				
17				
18				
19				
20				
21				

Рисунок 3 – Слот-статус

После корректного удаления RAU, можно прикрутить к MMU RAU блок, который необходим, и провести конфигурацию в соответствии с первой лабораторной работой.

### **Контрольные вопросы:**

- 1) В какую вкладку необходимо перейти в программном обеспечении для понимания того, какое оборудование RAU установлено?
- 2) С помощью чего возможно корректно удалить RAU?
- 3) Откуда можно получить частоты для конфигурации пролёта с учётом нового RAU блока?
- 4) Что такое джампер?

## Список литературы

1. Интернет – ресурс :  
<https://www.rcntec.com/ru/resheniya/radiosvyaz/radiorelejnyaya-sistema-ericsson-mini-link-tn>
2. Константин Куратов, Валерий Беленький. Многоканальные телекоммуникационные системы. Учебник для академического бакалавриата. Издательство ЛитРес. – 2022.  
[https://www.google.kz/books/edition/Многоканальные\\_телек/xGOgEAAAQBAJ?hl=ru&gbpv=0&kptab=overview](https://www.google.kz/books/edition/Многоканальные_телек/xGOgEAAAQBAJ?hl=ru&gbpv=0&kptab=overview)
3. Алексей Бизяев, Константин Куратов. Сети связи и системы коммутации. Практикум. Учебное пособие. Издательство ЛитРес. – 2022.  
[https://www.google.kz/books/edition/Сети\\_связи\\_и\\_системы\\_коммутации\\_Практикум/vf4jEAAAQBAJ?hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwiJotDP1\\_CLAxXWLhAIH5kcFSEQiqUDegQIDBAH](https://www.google.kz/books/edition/Сети_связи_и_системы_коммутации_Практикум/vf4jEAAAQBAJ?hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwiJotDP1_CLAxXWLhAIH5kcFSEQiqUDegQIDBAH)
4. Fabio Cavalieri, Antonio d’Errico. Photonic Applications for Radio Systems and Networks. Published by Artech House. – 2019. ISBN: 9781630816650.
5. Simon Moritz, István Gódor, Sebastian Grauwin, Stanislav Sobolevsky, Carlo Ratti. Computational Approaches for Urban Environments. Springer. – 2015. ISBN 978-3-319-11469-9.

## Содержание

	Введение.....	3
1	Лабораторная работа № 1. Конфигурирование пролёта.....	4
2	Лабораторная работа № 2. Юстировка пролёта.....	7
3	Лабораторная работа № 3. Прописание сервисов Ethernet.....	11
4	Лабораторная работа № 4. Замена MMU/ замена слота в АММ(магазине).....	18
5	Лабораторная работа № 5. Замена RAU и смена диапазона частот.....	23
	Список литературы.....	26

Солощенко Александр Владиславович  
Туржанова Карина Муратовна  
Қадылбекқызы Эльвира

## ТЕХНОЛОГИИ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Методические указания к выполнению лабораторных работ  
для студентов образовательной программы 6В06201 – «Радиотехника,  
электроника и телекоммуникации»

Редактор:  
Специалист по стандартизации:

Жанабаева Е.Б.  
Ануарбек Ж.А.

Подписано в печать \_\_\_\_\_.\_\_\_\_.\_\_\_\_.  
Тираж 50 экз.  
Объем 1,7 уч.-изд. л.

Формат 60x84 1/16  
Бумага типографская №1  
Заказ 123 Цена 840 тг

Копировально-множительное бюро  
некоммерческого акционерного общества  
«Алматинский университет энергетики и связи»  
050013 Алматы, Байтурсынова, 126/1