

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Автоматтандыру және ақпараттық технологиялар институты
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Үшкемпіров Нұрәділ Молдебекұлы

«Талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау әдісі»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

 Е.Таштай

«20» 05 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау әдісі»

5В071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

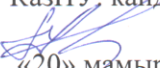
Орындаған:



Үшкөмпіров Н. М.

Пікір беруші

ҚазНУ, кандидат технических наук.

 Абдуллаев М. А.

«20» мамыр 2022 ж.

Ғылыми жетекші

ЭТЖҒТ каф. лекторы,

техн. ғыл. магистры

 С. Е. Ибекеев

«20» мамыр 2022 ж.

Алматы 2022 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

 Е.Таштай

« 21 » XII 2022 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Үшкемпіров Нұрәділ Молдебекұлы
Тақырыбы «Талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау әдісі»

Университет ректорының « 24 » Ақпан 2022 ж. № 483-110-6 бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «20» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: 1)Талшықты байланыс жолы, 100 км;2) Рефлектометр;3) Өшулік 0,02 дБ/км;

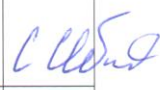
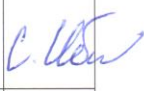

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі: а) Талшықты-оптикалық байланыс жүйелері; б) Үзілген жерді табу; в)Рефлектометр жұмысын талдау; г) Регенератор сұлбасын қарастыру;д) Сигнал/кедергі қатынасын есептеу.Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):Ұсынылатын негізгі әдебиет:1) Волоконно-оптические сети и системы связи: учебное пособие. Скляров О.К. Издательство "Лань" 2018;2) Родина О.В. Волоконно-оптические линии связи: Учебное пособие 2016.;3)Соколов С.А. Волоконно-оптические линии связи, 2019 г.4) Алексеев Е.Б. Оптические сети доступа. Учебное пособие - М: ИПК при МТУ СИ, . - 140 с.2005 г. 5) www.dePs.ua – Оптическое оборудование для построения сетей.12.04.2015 6) Денисьева О. М., Мирошников Д.Г. - Средства связи для последней мили. - М: Эко-Трэндз - НТЦ Натэкс, 2000 7) <<https://telecom.kz/ru/purchases>> - сайт компании АО "Казакхтелеком".

дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	01.12.2021-25.12.2021	Есеп 3-4 слайд
Заманауи ғылыми техникалық әдебиеттерге шолу жасау	01.12.2021-25.12.2021	Есеп 3-4 слайд
Теориялық ақпарат	20.01.2022 -25.02.2022	Есеп 3-4 слайд
Қондырғының электрлік сұлбасын есептеу	25.02.2022 – 20.05.2022	Есеп 3-4 слайд
Дипломдық жұмыстың қолжазбасы	15.05.2022 -20.05.2022	Жұмыстың соңғы варианты, Антиплагиат анықтамасы, Сын-пікір

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа (жобаға) қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	Ғылыми жетекші ЭТ және ҒТ каф.лекторы, техн.ғыл.магистрі С.Е.Ибекеев	20.05	
Теориялық ақпарат	Ғылыми жетекші ЭТ және ҒТ каф.лекторы, техн.ғыл.магистрі С.Е.Ибекеев	20.05	
Норма бақылау	ЭТжҒТ каф. қауымдастырылған профессоры Н.К. Смайлов	21.05.2022	

Ғылыми жетекші т.ғ.к., асс.профессор  С.Е.Ибекеев

(КОЛЫ)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Н.М.Үшкемпіров

(КОЛЫ)

Күні «20» мамыр 2022 ж

АНДАТПА

Дипломдық жұмыстың тақырыбы: «Талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау әдісін зерделеу»

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты толқындардың ұзындығында жұмыс істейтін рефлекторды қолдана отырып, белсенді талшықты сынаудың схемасы және сұлбадағы элементтердің параметрлерін зерделеу болып табылады.

Осы жұмыста талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау параметрлерін есептеу: минималды өлі аймақты есептеу, өшулікті және өшулікті өлшеудің қателігін есептелді.

«Fiberizer Desktop Plus» бағдарламалық жасақтамасын пайдаланып рефлектометрден өткен компьютерде схемасын зерделеу.

АННОТАЦИЯ

Тема дипломной работы: «Исследование метода диагностики волоконно-оптических линий связи».

Целью данной дипломной работы является исследование схемы активного тестирования волокна и параметров элементов в цепи с использованием рефлектора, работающего на длинах волн.

В данной работе выполнен расчет диагностических параметров волоконно-оптической сети связи: расчет минимальной мертвой зоны, погрешности измерения затухания и затухания.

Изучите схему на компьютере, прошедшем рефлектометр, с помощью программы «Fiberizer Desktop Plus».

ANNOTATION

The topic of the thesis: "Research of the method of diagnostics of fiber-optic communication lines".

The purpose of this thesis is to study the scheme of active testing of fiber and the parameters of elements in the circuit using a reflector operating at wavelengths.

In this paper, the diagnostic parameters of the fiber-optic communication network are calculated: the calculation of the minimum dead zone, the measurement error of attenuation and attenuation.

Study the circuit on a computer that has passed the reflectometer using the program "Fiberizer Desktop Plus".

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Рефлектометрдің жұмыс принципі сипаттамалары	10
1.1 Рефлектометрдің жұмыс принципі және шамамен сигналды өңдеу	10
1.2 Көрсетілген өлшеулердің техникалық сипаттамалары	13
1.3 Динамикалық диапазон және кеңістіктік ажыратымдылықтар бөлімі	16
2 Талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау кезіндегі қосылған жеріндегі шығынғады талдау	20
2.1 Талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау параметрлерін есептеу: минималды өлі аймақты есептеу, өшулікті және өшулікті өлшеудің қателігін есептелді	20
2.2 Жалпы және сызықтық шығындарды өлшеу	21
2.3 Талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау кезіндегі қосылу жоғалуын өлшеу	23
3 Талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау әдісінің көрінісі ұсынылған бөлім	24
3.1 Тәжірбиелік жұмыстың орындалуы	24
Қорытынды	33
Пайдаланған әдебиеттер тізімі	34

КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта талшықты-оптикалық электр жеткізу желілерінің сапасын бақылау олардағы жарық шығындарын өлшеу арқылы жүзеге асырылады.

Осы мақсаттар үшін жабдықтар жасалды, бұл желіде (оптикалық тестілеушілер) ғана емес, сонымен қатар шығындар мен рефлексивті коэффициенттерді бөлу (оптикалық көрініс). Жергілікті желілерде олардың аз ұзындығы берілген (1 ... 2 км), сіз оптикалық сынақтарды қолдана отырып, толық шығындарды өлшеу үшін өзіңізді шектей аласыз.

Өлшеудің бұл әдісі - бұл анықтама, өйткені ол талшықтың (талшықты үзілісі және әкелген шығындар әдісі) тікелей қуаттылықты өлшейді. Алайда, оптикалық тестілеушілердің көмегімен трансмиссия желісінде тек толық шығындарды өлшеуге болады, сонымен бірге, бір уақытта талшықтың екі ұшына кіру керек, оны негізгі сызықтарда жасау қиын.

Магистральдық сызықтарда олар қалпына келтіру секциялары мүмкіндігінше ұзаққа созылатындай етіп, релленерлер санын азайтады және желілік қызметтің құнын төмендетеді. Сонымен бірге, желінің сенімділігіне және шығындар сомасына қойылатын талаптар айтарлықтай өседі. Бұл жағдайда сызықтағы толық шығындарды өлшеу жеткіліксіз, және оптикалық кабельдердің құрылыс ұзындығымен, талшықтар мен оптикалық қосқыштарда көбірек шығындар өлшеу қажет. Сонымен қатар, бұл дәлдіктер далада жүзеге асырылады. Қазіргі уақытта бұл тек оптикалық импульсті рефлектометр (OTDR – Optical Time Domain Reflectometer) көмегімен жүзеге асырылуы мүмкін.

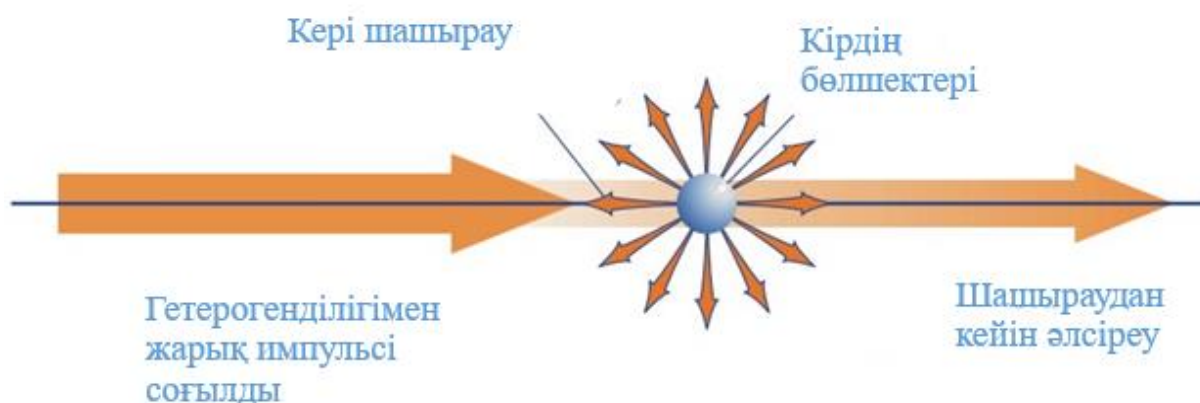
1 РЕФЛЕКТОМЕТРДІҢ ЖҰМЫС ПРИНЦИПІ

1.1 Рефлектометрдің жұмыс принципі мен шамамен сигналды өңдеу

Импульстік оптикалық рефлектордың жұмыс істеу принципі оның бойымен қысқа зондты жарық импульсі тараған кезде талшықты-оптикалық байланыс желісінің әртүрлі учаскелері арқылы шашыраған немесе шағылысқан жарық сәулеленуінің қуатын өлшеуге негізделген.

OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) жұмыс істеу принципі желіге қуатты жарық зондтау импульсі жіберіледі және рефлектометрге қайта оралған импульстің қуаты мен кешігу уақыты өлшенеді. Оптикалық талшықтарда үлкен (толқын ұзындығымен салыстырғанда) ақаулардан шағылысу және Рэйлей шашырауы есебінен кері толқын пайда болады. Жарықтың шашырауы талшықты тарту кезінде қатып қалған кварц шынысының сыну көрсеткішінің ауытқуында болады, мұндай талшық біртектілігі «мұздатылған». деп аталады.

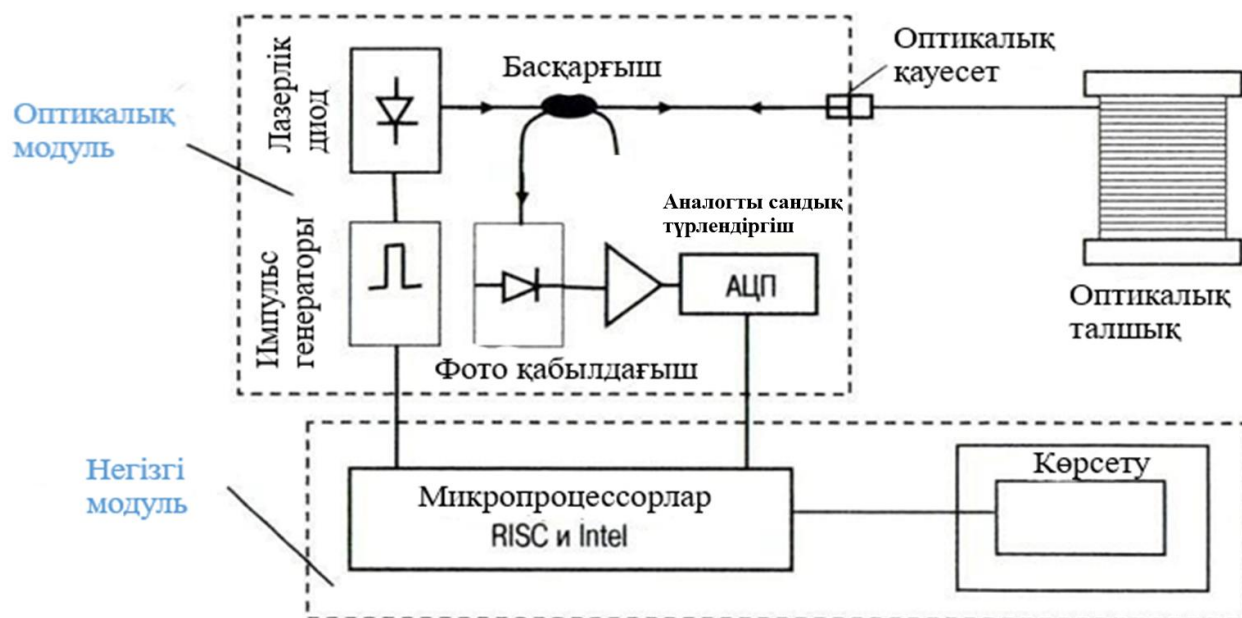
Бұл біртектіліктің мөлшері (Рейлей орталықтары) толқын ұзындығымен салыстырғанда шағын және оларға жарық барлық бағытта, соның ішінде талшықты режимге қайта түседі (1.1 Сурет)



1.1 Сурет-«OTDR» жарықтың импульстары кері шашыраудан кейінгі әлсіреу құбылысы

Ралей орталықтары талшық бойымен біркелкі бөлінеді, ал оларға шашыраңқы толқындар жарық сіңіруге әсер ететін барлық параметрлер туралы ақпаратты қамтиды. Бұл көптеген сәулеленуді анықтауға байланысты, өйткені талшықтағы NenseNense (сіңіргіш) гетерогендік емес анықтауға болады. Мысалы, кері Ралеевскийдің шамдар шашырауының сигналында сіз талшықтардың жанғышындағы оптикалық кабельдер мен шығындардың құрылыс ұзындығындағы шығындарды бөлуді өлшеуге болады. Мұндай өлшемдерді тек шағылысқан (және шашыралмаған) радиацияны тіркеу арқылы жүзеге асыру мүмкін емес.

OTDR модельдерінің көпшілігі модульдік дизайнды пайдаланады (1.2 Сурет). Оның құрамында негізгі модуль және бірнеше ауыстырылатын оптикалық модульдер бар. Негізгі модуль сигналды өңдеуге және оны көрсетуге бейімделген дербес компьютер болып табылады. Оптикалық модульге лазерлік диод, фотодетектор, оптикалық қосқыш және оптикалық қосқыш кіреді.



1.2 Сурет- OTDR схемасының блоктық құрылымы

Фабри-Перот типті лазерлік диодтар әдетте оптикалық модульде сәулелену көзі ретінде пайдаланылады, олардан туындаған импульстар зерттелетін талшық қосылған оптикалық қосқышқа қосқыш арқылы беріледі. Талшықта шашыраған жарық импульстары оптикалық модульге қайтарылады және қосқыш көмегімен фотодетекторға (көшкін фотодиодына) беріледі, онда олар электрлік сигналға түрленеді. Бұл сигнал негізгі модульде күшейтіледі, жинақталады, өңделеді және дисплейде графикалық түрде рефлектограмма түрінде көрсетіледі. Ақпараттың бұл презентациясы кірістірілген бағдарламалық қамтамасыз ету алгоритмдерінің көмегімен оны көрнекі түрде де, автоматты түрде де талдауға мүмкіндік береді.

Кері шашыраған импульстердің қуаты талшыққа айдалатын импульстардың қуатынан 80...50 дБ (олардың ұзақтығына байланысты) аз. Сондықтан сигнал-шу қатынасын жақсарту үшін өлшеу нәтижелерінің бірнеше рет орташалануы қолданылады. Сонымен қатар, олардың тиімді орташалануы үшін бірнеше секунд жеткілікті, өйткені желіні өтуге кететін уақыт аз (100 км жарық 1 мс-те жүреді). Әдеттегі рефлектограммада шамамен 32 000 болады

өлшенген нүктелер және әрбір осындай нүктені есептеген кезде бірнеше мың импульстар орташалаынады. Осы деректер массивінің барлығы секундтың бір бөлігінде рефлектормен өңделеді. Бірінші өлшенген рефлектограмма дереу көрсетіледі. Содан кейін дисплейде орташа алынған рефлектограммалар

көрсетіледі. Өлшеу уақытының әрбір екі еселенуі үшін орташа алынған рефлектограммадағы шу шамамен 0,75 дБ төмендейді.

Мәліметтердің үлкен көлемін өңдеу және ыңғайлы интерфейсін құру екі микропроцессордың көмегімен жүзеге асырылады. Бірінші, жоғары жылдамдықты RISC процессоры секундына орташа есеппен 50 миллион нүктеге дейін жетуге мүмкіндік береді. Екінші Intel процессоры бағдарламаның интерфейс бөлігінің жұмысын, желідегі ақауларды автоматты түрде іздеуді және дисплейге деректерді шығаруды қамтамасыз етеді. Ол сонымен қатар ДК үйлесімділігін қамтамасыз етеді [1].

Оптикалық рефлектормен әлсіреуді өлшеу оптикалық талшықтың біртекті қимасының әрбір нүктесі кері шашыраған қуаттың бірдей деңгейін беретініне негізделген. Қашықтық (уақыт) ұлғайған сайын рефлектограммадағы оптикалық қуат деңгейінің төмендеуі жай ғана шашырау емес, жалпы әлсіреуден туындайды. 1 және 2 нүктелер арасындағы сигналдың әлсіреуі (3. сурет) сәйкес қуат деңгейлерінің $0,5 \cdot (p_1 - p_2)$ айырмашылығының жартысына тең. 0,5 коэффициенті енгізілді, себебі оптикалық сәулелену 1 және 2 нүктелер арасында екі рет таралады. Дегенмен, әдетте, қазіргі заманғы оптикалық рефлекторларда тік осьтің масштабы бұл факторды елемеу мүмкін болатындай етіп таңдалады.

Осылайша, OF-ның 1 және 2 нүктелер арасындағы әлсіреу коэффициенті формуламен анықталады:

$$\alpha = \frac{p_1 - p_2}{I_1 - I_2} = \frac{p_1 - p_2}{v(t_1 - t_2)}, \left[\frac{\text{дБ}}{\text{км}} \right] \quad (1.1)$$

(1.1) формуланың нысаны көлденең осьтің градуировкасы бойынша анықталады. OF-дағы сигналдың таралу жылдамдығы жарықтың вакуумдегі жылдамдығы мен эквивалентті сыну көрсеткіші $n_0 = c/v$ бойынша анықталады. Соңғысы OF құрылымдық параметрлеріне және сәулелену толқын ұзындығына байланысты.

$$N_0 = C / N. \quad (1.2)$$

Соңғысы v және радиация толқынының құрылымдық параметрлеріне байланысты.

1 және 2-тармақтардың таңдауы экрандағы екі курсордың көмегімен жүзеге асырылады, егер тармақтар ОЖ-нің біртекті бөлімінде жатыр, содан кейін формула (1), басқа жағдайларда, орташа коэффициентін анықтайды. Қатысудың құлдырауы анықталды. Егер сіз қойылымды өлшесеңіз, қойдың коэффициентін дәл анықтауға болады

Екі ұшын және оны екі өлшеу нәтижесінің орташа мәні ретінде есептеңіз. (Жол бойында біз әр түрлі ұштардағы өлшеу өлі аймақтың әсерін болдырмауға мүмкіндік беретінін ескереміз).

Таусылмас және шешілетін өлшеу қосқыштарында енгізілген шығындарды анықтау үшін сызықтық трактаттың екі жағынан немесе оның

бөлімінен де орындалуы керек. Енгізілген шығындар индексмен анықталады, олар коннекторлардың орналасқан жері бойынша секіргіш ретінде анықталады. Алынатын контрабанның наенсифінің ерекшелігі, түйіспеде сигнал шығару, егер айтылған кезде, атылған кезде бұл шығарылым есепке алынбайды .

Сызықтық тракт және зақымдану орны бойынша қашықтықты өлшеу (Жартаста) бір немесе екі курсордың көмегімен жүзеге асырылады, ол көрсетілген нүктелерді көрсететін, септіграммада белгілейді. Табу керек қашықтық формуламен анықталады:

$$L = l_2 - l_1 = v \cdot (t_2 - t_1) = \frac{c \cdot (t_2 - t_1)}{n} \quad (1.3)$$

Кері шашырау әдісіне сәйкес өлшеу мүмкіндіктері OV және оптикалық шағылыстырғышының динамикалық диапазонының параметрлерімен анықталады. $L = 1,3-1,6$ микронда жұмыс істеуге арналған заманауи ішкі және шетелдік оптикалық көрініс динамикалық диапазоны 30-35 дБ-ді құрайды. OV түріне байланысты олар 30 м-ге дейін 250 км-ге дейін қашықтықты өлшейді. Демпферді өлшеудегі қате 0,05 дБ, ал қашықтық - 5 м-ден аспайды].

Жарық талшықтың бойымен шамамен 5 NS / м жылдамдықпен, ядросының сынғыш индикаторына байланысты. Тарату уақыты арақатынасқа сәйкес қашықтықпен салыстырылады:

$$D = \frac{c \cdot t}{2 \cdot n}, \quad (1.4)$$

Мұндағы D шамы талшықтың бойымен жүретін қашықтық, C жарық жылдамдығы, t - кіріс импульсінің өту кезеңі және N - талшықты ядроғағы сынғыш көрсеткіштің орташа мәні. Көптеген OTDR курсорды сызықтағы арнайы нүктелердің орналасқан жерін көрсету үшін пайдаланады және дисплейде уақыт немесе физикалық ұзындығы бойынша қашықтықты көрсетеді [7]. Мысалы, сіз жетектің дәлдігі бар коннекторға дейінгі қашықтықты өлшей аласыз. Егер кабель белгілі бір орталық элементте жараланса, оның өлшенген ұзындығы нақты ұзындыққа қарағанда сәл үлкен болады.

1.2 Көрсетілген өлшеулердің техникалық сипаттамалары

Гетерогенділіктің әр түрі (дәнекерленген талшықты қосылым, жарықтар, оптикалық қосқыш және т.б.) OTDR дисплейінде өзіндік өзіне тән сурет бар және оны оператор оңай анықтауға болады (Сурет 3). Автоматты режимде OTDR -дің өзі гетерогендік түрін анықтайды, желілік аудандардағы шығындарды, гетерогенді рефлексия коэффициенттерін есептейді және т.б.

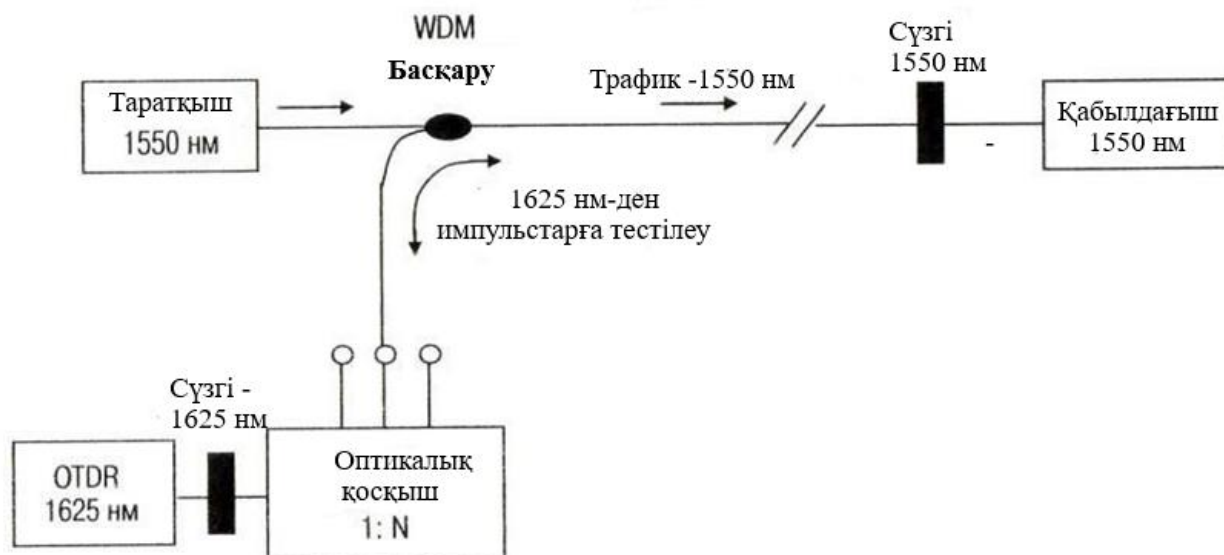


1.3 Сурет- Электр жеткізу желісінің әдеттегі шағылысуы. Тік оське логарифмдік шкала бойынша, динамикаға оралған импульстардың салыстырмалы күші және көлденең ось бойынша шағылысу орны.

Мысалы, гетерогендиканы (шешілетін талшықты қосылыстар, жарықтар, жарықтар, талшықтардың соңы) тар шындар түрінде және жағымсыз гетерогендер түрінде көрсетіледі (дәнекерленген буындар мен талшықтардың иілген учаскелері) - иілімдер түрінде пайда болады Шамамен. Гетерогендер арасында орналасқан динамикалық учаскелер теріс бейімділікпен түзу сызықтардың түріне ие. Бұл түзу сызықтардың көлбеу бұрышы талшықтағы шығындар мөлшеріне тікелей пропорционалды.

Көрсетілген өлшеулердің маңызды артықшылығы - оларда өлшеу құрылғысы сызықтың бір ұшына ғана қосылған.

Белсенді талшықтар әдетте ұзағырақ толқын ұзындығында сыналады, иілген талшықтағы сияқты, толқын ұзындығы артқан сайын жоғалту тез артады. Сонымен, егер беру 1310 нм толқын ұзындығында жүзеге асырылса, онда сынақ үшін толқын ұзындығы 1550 нм пайдаланылады, ал егер беру 1550 нм толқын ұзындығында жүзеге асырылса, онда сызық 1610 ... 1650 нм толқын ұзындығында сыналады(1.4 Сурет).



1.4 Сурет- Толқындардың ұзындығында жұмыс істейтін рефлекторды қолдана отырып, белсенді талшықты сынаудың схемасы 1625 нм [1]

WDM қосқышын пайдалана отырып, рефлексометрді желінің жұмыс толқын ұзындығында іс жүзінде жоғалтпай беру желісіне қосуға болады. Мұндай қосқыш радиацияны трафик берілетін толқын ұзындығымен жібереді және сызық сыналатын толқын ұзындығымен сәулеленуді жұптайды.

Тасымалдау желісіндегі қабылдағыштың алдына рефлектор жұмыс істейтін толқын ұзындығында сәулені өткізбейтін оптикалық сүзгі, ал рефлектордың алдында трафик жүретін толқын ұзындығында сәулені өткізбейтін сүзгі орнатылған. жіберілді.

Бұл фотодетекторға толқын ұзындығы басқа сәуле түскенде пайда болатын айқасуды болдырмау үшін жасалады. Рефлектор желіге оптикалық қосқыш (1 - N) арқылы қосылады, ол рефлекторды N кабель талшықтарына (бір-бірден) автоматты түрде қосады.

Пайдаланушы тұрғысынан, оптикалық шағылыстырғышпен жұмыс жасағанда, ТОВЖ сынақ бөлімінің максималды ұзындығы не екенін білу маңызды, олар анықталған ақауларға дейінгі қашықтықты, қандай мөлшері бар ақауларды анықтайды? Белгілі бір жағдайларда минималды шығындар анықталуы мүмкін, шығындарды өлшеу дәлдігі қандай.

Көрсеткіштердің техникалық мүмкіндіктері, олар белгілі бір сынақ объектісінің сипаттамаларына қатысы жоқ, бірақ стандартты жағдайда өлшенгендей, техникалық сипаттамалары деп аталады. Белгілі техникалық сипаттамаларға сәйкес, өлшеу мүмкіндігін және белгілі бір шарттардағы өлшеулердің дәлдігі мүмкіндігін анықтауға болады .

Көрсеткіштердің негізгі техникалық сипаттамалары сезімталдық пен кеңістіктік шешімдер.

1.3 Динамикалық диапазон және кеңістіктік ажыратымдылық

D_{dB} рефлекторының динамикалық диапазоны дБ -де көрсетілген және ТОБЖ тест бөлімінің максималды ұзындығын (L) бағалауға мүмкіндік береді:

$$L = D_{dB} / \alpha_{dB} \quad (1.5)$$

формуласына сәйкес. Мұнда α_{dB} - ТОБЖ - дБ / км шығындары. Оптикалық динамикалық диапазон

Оптикалық шағылыстырғышының динамикалық диапазоны формулаға P_{S0} сәйкес берілген өлшеу уақыты кезінде талшықтың басында кері шашырау деңгейі мен шу деңгейі P_{NOIS} арасындағы айырмашылық ретінде анықталады

$$D_{dB} = 5 \log_{10} P_{S0} - 5 \log_{10} P_{NOIS}. \quad (1.6)$$

Релелік шашыраңқы сигналдың деңгейі индексеттің басында индексінің тіктөрткіш көлбеу бөлігін экстраполяциялау арқылы .

Динамикалық диапазон ең маңызды параметр болып табылады, ол көбінесе көрсетілімдерді жіктеу үшін қолданылады және тексерілген Vols-тің шекті рұқсат етілген деңгейі туралы ғана емес, сонымен қатар өлшеуге қажет уақыт туралы ақпарат береді.

Жоғарыда келтірілген анықтамада кері шағылыстың бастапқы деңгейі естігінің өзіндік ерекшелігі болып табылмайтынын ескеріңіз, себебі Кері шашырау коэффициентіне байланысты.

Кері Ралеевский шашырауының коэффициентінің қазіргі талшықтарында, ең алдымен, сән нүктесінің диаметрінің ауытқуы ауытқуларға байланысты. Сәнді нүктенің диаметрінің кездейсоқ сипатына байланысты олардың ықтималдығы бірдей өзгеруі оң және теріс болуы мүмкін.

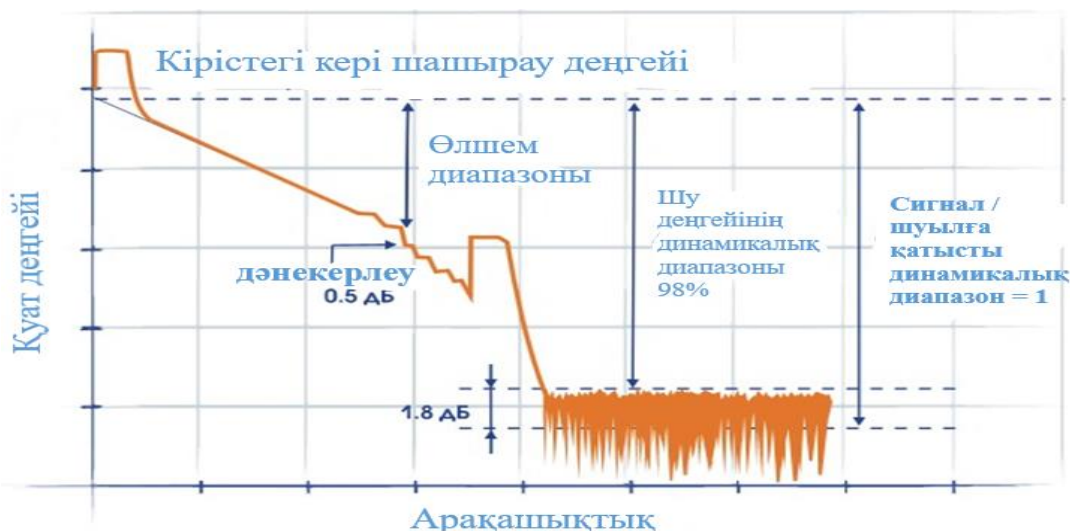
Сондықтан, шамамен бірдей ықтималдылығы бар сефаграммаларда, кадамдар байқалады, олар жоғары-төмен бағыттады.

Кері Ралеев шашырауының коэффициенті тікелей Ралеевский шашырауының коэффициентіне тікелей пропорционалды, бұл талшықтардың тәркіленген сәулелену коэффициентінің коэффициентіне тікелей пропорционалды. Өз кезегінде, түсіру коэффициенті сән бұрышының квадратына тікелей пропорционал болып табылады және сәнді нүктенің диаметрі алаңына кері пропорционалды.

Сондай-ақ, белгісіздік шудың сыни деңгейін, сондай-ақ шу деңгейінің орташа деңгейге байланысты екендігінің мүмкін айырмашылығы енгізіледі.

Сондықтан, динамикалық диапазонды дәл анықтаған жөн, жалпы қабылданған, яғни. Стандартты жағдайлар.

Көбінесе шу деңгейі екі жолмен белгіленеді: орташа квадраттық мән немесе 98% ықтималдық деңгейі бойынша. Гаусс шуы үшін 98% деңгейі RMS мәнінен шамамен 2,4 есе жоғары. Демек, RMS шу деңгейінен анықталған динамикалық диапазон мәні 5-суреттегі 98% шу деңгейінен анықталған динамикалық диапазон мәнінен шамамен 1,8 дБ артық.



1.5 Сурет- Динамикалық диапазон және өлшеу диапазоны

Динамикалық диапазонның мәні пайдаланушы орнатқан параметрлерге байланысты: импульс ұзақтығы, сигналдың орташалау уақыты және өлшенген ұзындық диапазоны. Мәселен, мысалы, импульс ұзақтығы 1000 есе артқанда ($t_1 = 10$ нс-тен $t_2 = 10$ мкс-қа дейін), кері шашырау коэффициенті артады (сәйкес рефлексометр шкаласы) 1.5 Сурет (t_1) = 15 дБ. Шу деңгейі (t_2 сигналы болмаған кезде) өзгермейтіндіктен, динамикалық диапазон да артады

$$5 \log \left(\frac{t_1}{t_2} \right) = 15 \text{ дБ.} \quad (1.7)$$

Мәселен, мысалы, импульс ұзақтығы 1000 есе артқанда ($t_1 = 10$ нс-тен $t_2 = 10$ мкс-қа дейін), кері шашырау коэффициенті артады (сәйкес рефлексометр шкаласы) 1.5 Сурет (t_1) = 15 дБ. Шу деңгейі (t_2 сигналы болмаған кезде) өзгермейтіндіктен, динамикалық диапазон да артады

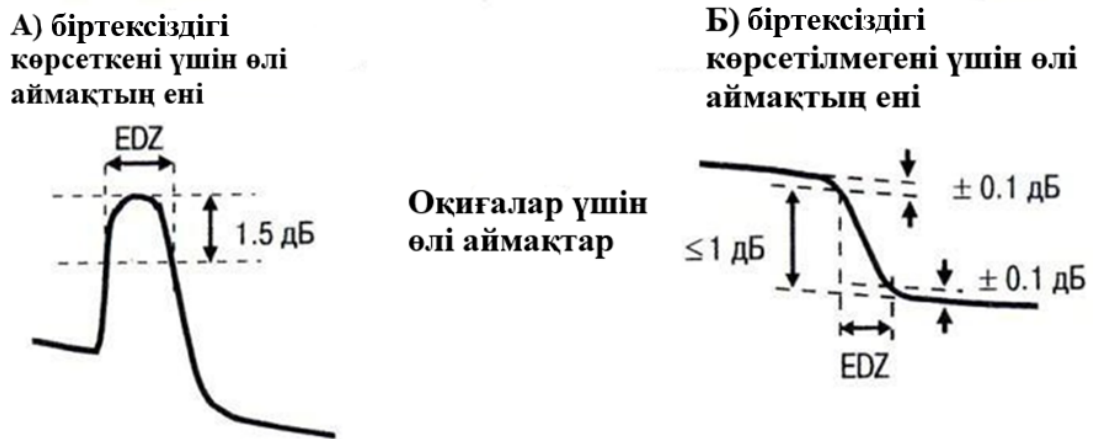
$$5 \log \left(\frac{t_1}{t_2} \right) = 15 \text{ дБ.} \quad (1.8)$$

Орташа уақыттың ұлғаюымен шашырау коэффициенті өзгермейді, бірақ шудың орташа мәні төмендейді. Алғашқы жуықтауда, шуды ақ деп санауға болады (Гауссиян). Сондықтан, оның орташа мәні - бұл сигналды орта есеппен квадрат түбірге пропорционалды түрде өзгереді. Бұл орташа уақыттың t_1 -ден t_2 -ге дейін жоғарылауымен шу деңгейі төмендейді (және динамикалық диапазон масштабта көрсетілген)

$$2.5 \log \left(\frac{c_1}{c_2} \right). \quad (1.9)$$

Бүгінгі таңда динамикалық диапазон - бұл негізгі параметр - диланометрлердің әртүрлі модельдері салыстырылады. Оның мәні t және T сигналының орташа ұзақтығының жоғарылауымен жоғарылағандықтан, әдетте динамикалық диапазонның мәні T , T . МЭК мәні келесі мәндерді қолдануды ұсынады P_e деңгелді динамикалық диапазондарын салыстыру кезінде: келесі мәндерді пайдалану үшін: $t=10$ мкс және $T=3$ мин [3].

Оқиға өлі аймағының ені (EDZ - іс-шара өлі аймағы) екі үзіліс арасындағы ең аз рұқсат етілген қашықтық ретінде анықталады. Оқиғалар үшін өлі аймақтар шағылыстыратын және шағылыспайтын біртекті еместігі үшін өлі аймақтарға бөлінеді (6-сурет). Рефлексометрдің спецификациясында, әдетте, шағылысатын біртекті еместігі үшін өлі аймақтың ені ғана (шағылыу арқылы өлі аймақ) көрсетіледі.



1.6 Сурет-. Оқиғалар үшін өлі аймақтар (EDZ - event dead zone)

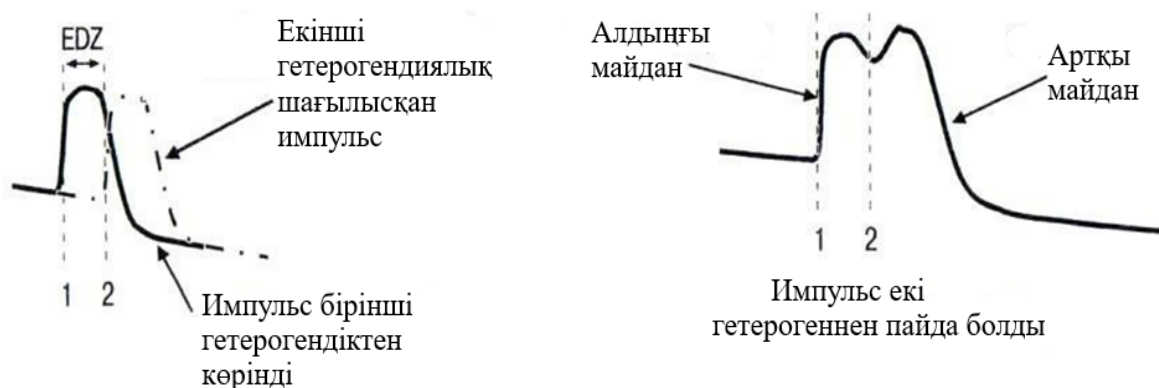
Шағылысу арқылы өлі аймақтың ені рефлектограммадағы (жарық импульсінің ені (дисплейде)) жартылай деңгейде (FWHM - жартылай максимумдағы толық ені) жарылыс еніне тең деп қабылданады.

Рефлексометр шкаласы бойынша бұл деңгей импульстік жоғарғы деңгейден 1,5 дБ төмен (6а-сурет). Шағылыспайтын біртекті еместік үшін өлі аймақтың ені осы біртексіздіктің орналасқан жеріндегі рефлектограммада байқалатын өтпелі қиманың енімен анықталады (6б-сурет). Бұл біртексіздіктегі жоғалту <1 дБ болады деп есептеледі.

Неліктен өлі аймақтың ені рефлектограммадағы жарылыс еніне тең екенін түсіндірейік. Суретте. 7 рефлектограмманың екі бірдей, тығыз орналасқан шағылыстыратын біртекті еместігі бар бөлімін көрсетеді.

Шағылысқан импульстің алдыңғы шеті біртекті емес орналасқан жерде бейнеленген.

Шағылысқан импульстің артқы шеті рефлектограмманың басынан әрі қарай бейнеленеді, өйткені ол фотодетекторға алдыңғы жиектен кеш келеді. Импульстің алдыңғы және соңғы жиегі арасындағы қашықтық дисплейдегі импульс еніне тең.



1.7 Сурет-. Екі бірдей біртексізді жарық импульсінің шағылысуы 1 және 2-і өлі аймақтың еніне тең қашықтықта орналасқан [1]

Гетерогендер арасындағы қашықтық импульстің енінен айтарлықтай едәуір үлкен болса, олар оңай шешіледі, өйткені олардан көрінген импульстар қабаттаспайды.

Гетерогендер арасындағы қашықтық, олардан күшті импульстар олардың қабаттасуы. Гетерогендер арасындағы қашықтық импульстің еніне тең болған кезде, шағылысқан импульстар, олар бір-біріне бір импульске біріктірілген, олар біршама сәтсіздікке қол жеткізеді.

Осындай сәтсіздік болған жағдайда, оператор рефлексия екі гетерогеннен туындайды деп санайды. Бұл сәтсіздік осы гетерогендер арасындағы қашықтық, егер бұл гетерогендер арасындағы қашықтық өлі аймақтың енінен аз болса, гетерогендердің рефлексиялық коэффициенті бір-біріне тең емес, сонымен қатар сенсорлық шағылысқан кезде.

2 ТАЛШЫҚТЫ-ОПТИКАЛЫҚ БАЙЛАНЫС ЖЕЛІСІН ДИАГНОСТИКАЛАУ КЕЗІНДЕГІ ҚОСЫЛҒАН ЖЕРІНДЕГІ ШЫҒЫНҒАДЫ ТАЛДАУ

2.1 Талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау параметрлерін есептеу: минималды өлі аймақты есептеу, өшулікті және

өшулікті өлшеудің қателігін есептелді.

Талшықтың көлденең қимасындағы бірінші сән қарқындылығының таралуы жақсы Гаусс функциясымен сипатталған:

$$I(r) = I_0 \exp\left(-\frac{8r^2}{w_2}\right) \quad (2.1)$$

мұндағы w -сән нүктесінің диаметрі. Сондықтан талшықтардың түйісу орнындағы шығындарды есептеу белгілі тапсырмаға дейін азаяды екі Гаусс сәулелерін үйлестірудің тиімділігі.

Шығындарға негізгі үлес береді талшық өзектерінің бір-біріне қатысты жығысуы (d) және диаметр теңсіздігі мода дақтары (w).

$$\alpha(\text{дБ}) \cong 4,34 \left(\left(\frac{2d}{w} \right)^2 + \left(\frac{\Delta w}{w} \right)^2 \right) \quad (2.2)$$

Негізінде, жарықтың ұшынан шағылысуынан пайда болатын шығындар әлі де бар талшықтар, мода дақтарының эллиптикалығына және қосылатын осьтердің параллелизміне байланысты талшықтар.

Френелдік шағылысудан туындаған шығындар шамалы, өйткені талшықтар олардың арасында оптикалық байланыс пайда болатындай етіп қосылуға бейім.

Мысалы, шағылысу коэффициенті бар оптикалық қосқыштағы френелдік шығындар

$$R = 10^{-4} \text{ (-40 дБ)} \quad (2.3)$$

$$\begin{aligned} \alpha\varphi(\text{дБ}) = \\ -10 \log T = -10 \log(1 - R) \cong -4,34 \ln(1 - R) \cong (-4,34R) \cong 0,0004 \text{ дБ} \end{aligned} \quad (2.4)$$

Режимдік нүктелердің эллиптикалық болуына байланысты шығындар да аз, өйткені қазіргі талшықтар төмен эллипстікке ие (N_0 1.4 кестені қараңыз). бар талшықтар үшін эллипстік 1% қосылған талшықтардың режим нүктелерінің қабаттаспайтын аймағының үлесі, 10^{-4} ретті болады, ал жоғалтулар сәйкесінше 0,001 дБ-ден аз болады.

OTDR-де фотодетектор үш түрлі режимде жұмыс істей алады: стандартты режим, максималды динамикалық диапазон режимі (тар өткізу қабілеті) және максималды рұқсат режимі (кең өткізу қабілеттілігі). $\tau = 10$ мкс кезінде фотодетектор әдетте максималды динамикалық диапазон режимінде жұмыс істейді (жиілік диапазоны ~ 1 МГц). Көшкін фотодиодының шекті сезімталдығының типтік мәні $10\text{--}14$ Вт/Гц $^{1/2}$ және өткізу қабілеттілігі 1 МГц болғанда, біз бұл $p_{tr} = -80$ дБм аламыз. Мәндерді ауыстырсак: $p_{и} = 20$ дБм,

$\eta = 6$ дБ, $q = -40$ дБ, $p_{\text{пр}} = -80$ дБм және $b = 29$ дБ табамыз:

$$D_{\text{rms}} = \frac{\rho - n + q - \rho_{\text{пр}} + b}{2} = 41,5 \text{ дБ} \quad (2.5)$$

$$N = \frac{0,9t}{T} = \frac{0,9 \cdot 180}{3 \cdot 10^4} = 5,4 \cdot 10^5 \quad (2.6)$$

2.2 Жалпы және сызықтық шығындарды өлшеу

Рефлектометр көрсеткіштері қатынастың логарифміне пропорционалды түрде өзгереді сызықтың басында және z қашықтықта шашыраған жарық импульсінің күші. Бұл көзқарас желінің өткізу коэффициентіне ($T(z)$) және кері коэффициентке байланысты $Q(z)$ бойынша Рэйлей шашырауы:

$$\frac{P_{\text{об}}(z)}{P_{\text{об}}(0)} = T^2(z) \frac{Q(z)}{Q(0)} \quad (2.7)$$

Жарық сызық арқылы екі рет өтетіндіктен өткізгіштік квадрат болып табылады: түзу сызық және сияқты кері толқын. Бұл бір модты талшықтары бар сызықта өткізгіштіктің жарықтың таралу бағытына тәуелді еместігін ескереді.

Кері толқынның күші коэффициенттің квадратына пропорционал болғандықтан беріліс, содан кейін логарифмдік шкалада рефлектор екі рет қолданылады кішірек коэффициент (логарифмдік бірліктер қалың курсивпен жазылады):

$$A(z) = 5 \log \left(\frac{P_{\text{об}}(0)}{P_{\text{об}}(z)} \right) \quad (2.8)$$

Мұнда бөлінген қуаттардың қатынасы үшін өрнекті ауыстырыңыз импульстік талшықты аламыз

$$A(z) = -10 \log T(z) + 5 \log \left(\frac{Q(0)}{Q(z)} \right) \quad (2.9)$$

$$A_{\text{ист}}(z) = -10 \log T(z) \quad (2.10)$$

мұндағы бірінші шарт нақты шығындардың мәніне тең (бірлікте дБ) 0-ден z -ге дейінгі жолдың кесіндісінде, ал екінші мүшесі жүйелі қате, Рэйлей кері шашырау коэффициентінің вариацияларынан туындайды.

Із шулы болмаса, жоғалтуды өлшеу қателері аз болады, өлі аймақтардың ені (өлі аймақтар) аз, ал кері Рэйли коэффициенті шашырау z бойлық координатасына тәуелді емес. Бұл жуықтауда қате жалпы шығынды өлшеу

$$\Delta A(\text{дб}) = A - A_{\text{ист}} \quad (2.11)$$

$$K_{\text{дб}}(\text{дб/дб}) = (A - A_{\text{ист}})/A_{\text{ист}} \quad (2.12)$$

рефлектордың тік шкаласының сызықты еместігіне байланысты:
мұндағы A – өлшенген шынайы жоғалту мәні, ал $A_{\text{ист}}$ - шынайы жоғалту мәні. ΔA қатесі арқылы көрсетіледі қатынасы бойынша сызықтық емес K коэффициенті

$$\Delta A = K \cdot A \quad (2.13)$$

20 дБ ретті жалпы жоғалтуды өлшеудегі қатені бағалайық (сызық ұзындығы 100 км, сызықтық жоғалту 0,20 дБ/км ($\lambda = 1550$ нм)). Ең озық үлгілерде рефлекторлар шкаласының сызықты еместігі $K \sim 0,02$ дБ/дБ. (3.4) көмегімен қатені табамыз 0,4 дБ тең болады. Бұл қатенің мәні орташа шығындардың мәнімен салыстырылады оптикалық қосқыштар (0,1...0,3 дБ).

Сызықтық жоғалтуды өлшеудегі қателік α (дБ/км) = A/L қатенің қосындысы L ұзындықтағы түзу қимасында жалпы шығын A өлшемін және оның ұзындығын өлшеудегі қателерді сызық бөлімі. Ұзындықты өлшеудің дәлдігі дәлдіктен әлдеқайда жоғары екенін ескерсек жалпы шығындардың өлшемдері, сызықтық шығындардың мәнін өлшеудегі қателік те болады сызықтық емес коэффициентінің мәнімен анықталады (K)

$$\Delta \alpha(\text{дб/км}) = K \cdot \alpha(\text{дб/км}) \quad (2.14)$$

Сызықтық жоғалтудың типтік мәні үшін ($\lambda = 1550$ нм кезінде)көмегімен біз мынаны аламыз:

$$\alpha(\text{дб/км}) = 0,20 \text{ дб/км} \quad (2.15)$$

$$\Delta \alpha = 0,004 \text{ дб/км} \quad (2.16)$$

2.3 Талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау кезіндегі қосылу жоғалуын өлшеу

Шекті импульс ұзақтығына байланысты әдістемелік қате тең жарық импульсінің енінің туындысы (дисплейде) және сызықтық жоғалтулардың орташа мәні жіптерге дейін және одан кейін талшықтарда

$$\Delta \alpha_1 = \frac{u(\alpha_1 + \alpha_2)}{2} \quad (2.17)$$

$$\alpha_1 \cong \alpha_2 = 0.2 \text{ дБ/км} (\lambda = 1550 \text{ нм}) \quad (2.18)$$

Оның құнын бағалайық. Болжам бойынша (2.18), аламыз:

$$\Delta\alpha_1 = 0,2 \text{ дБ} \quad (2.19)$$

$u = 1 \text{ км}$ (импульс ұзақтығы 10 мкс) және

$$\Delta\alpha_1 = 0,002 \text{ дБ} \quad (2.20)$$

$u = 10 \text{ м}$ (импульс ұзақтығы) кезінде импульс 100 нс). Осылайша, ұзақ импульс ұзақтығында ($\sim 10 \text{ мкс}$), мән $\Delta\alpha_1$ SM талшықтарының түйісуіндегі орташа жоғалтудан ($\sim 0,02 \text{ дБ}$) айтарлықтай асып түседі, ал шағында ұзақтығы 100 нс және одан аз болса, бұл қате шамалы ғана.

Ең ықтимал өлшенген шығын мәні орташа мәнге тең болғандықтан талшықтар тігісіндегі шығындар $\langle a \rangle$, онда ол сәйкесінше түзу сызықтар арасындағы қашықтыққа тең рефлектограммалардың шулы көлбеу учаскелеріне жақындататын сызықтар.

Бірақ шу қалыпты бойымен таралады деп есептегенде күтілетін өлшеу қатесі (Гаусс) заңы, әдетте былай жазылады

$$\Delta\alpha = 2\sigma \quad (2.21)$$

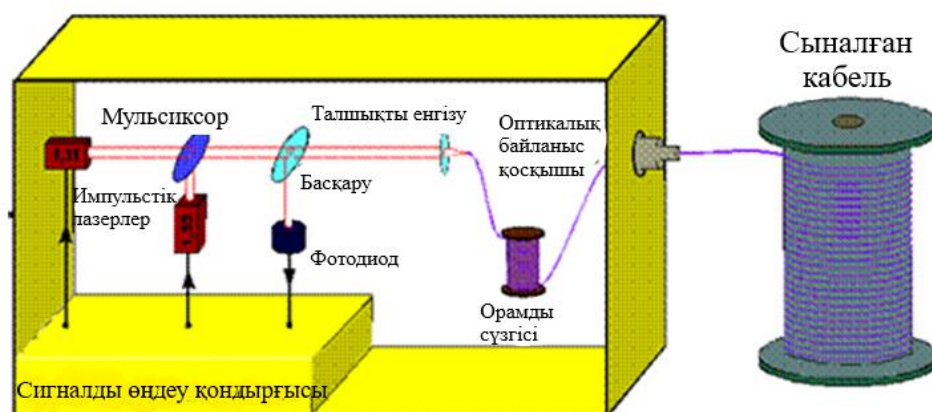
мұндағы σ – рефлектограммадағы шудың орташа квадраттық мәні. Бұл жазба соны білдіреді өлшенген мән, α ықтималдығы 95% интервалға түседі,

$$\langle \alpha \rangle \pm 2\sigma \quad (2.21)$$

3 ТАЛШЫҚТЫ-ОПТИКАЛЫҚ БАЙЛАНЫС ЖЕЛІСІН ДИАГНОСТИКАЛАУ ӘДІСІНІҢ КӨРІНІСІ ҰСЫНЫЛҒАН БӨЛІМ

3.1 Тәжірбиелік жұмыстың орындалуы

Дипломдық жұмыстың мақсаты - уақытша аймақтағы импульстік оптикалық шағылыстырғыштың жұмыс принципімен танысу, динамометрмен жұмыс істеу, сигнал беру, сигнал беру және оптикалық талшықтағы көріністі анықтау дағдыларын игеру.



3.1 Сурет- Сигналды өңдеу қондырғысының блок схемасы

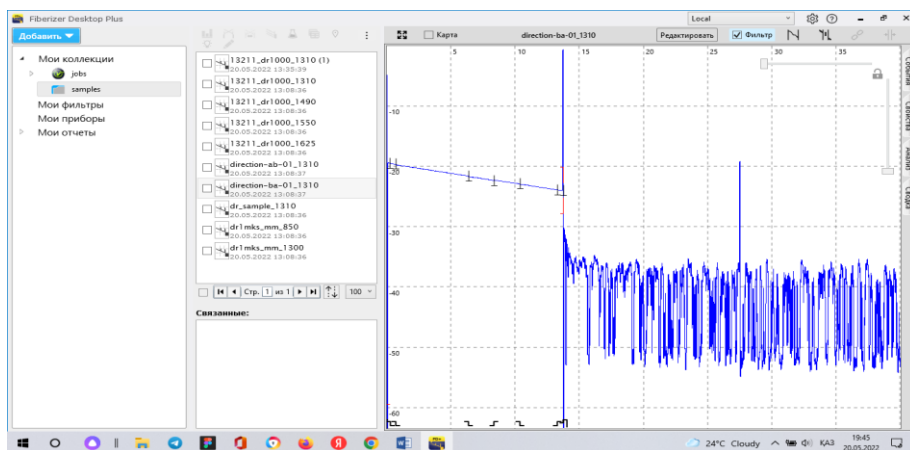
Жұмыс тәртібі және орындалуы:

1. Оптикалық шағылыстырғышпен жұмыс істемес бұрын, оптикалық қосқыштар тазаланғанына көз жеткізуіңіз керек. Коннекторларды тазалау үшін мақта таяқшалары мен алкоголь қолданылады. Ластанған порттар оптикалық талшықтың нақты параметрлерін бұрмалай алады. Көрсеткіштер параметрлері қалпына келтірілді.

«Өлшеу параметрлері» зауыттық және «Ауқым» параметріне орнатылды Авто мәндері.

2. Әрі қарай, басқару тақтасы мен ақпараттық экранмен танысу үшін OTDR портына бір оптикалық талшық шығанағы қосылған. Өлшеудің басталуы жүргізілді. 1-сурет OTDR құрылғысының сахна және негізгі өлшем параметрлері бар суретті ұсынады. [Ақпарат] түймесін пайдаланып, оқиғалар тізімі және олардың параметрлері көрсетіледі. Іс-шаралар тізімі 2-суретте келтірілген.

2.1. Fiberizer Desktop Plus бағдарламалық жасақтамасын пайдаланып компьютерде алынған нәтиже көрсетілді. 3-сурет бағдарламаның суретін ұсынылды.

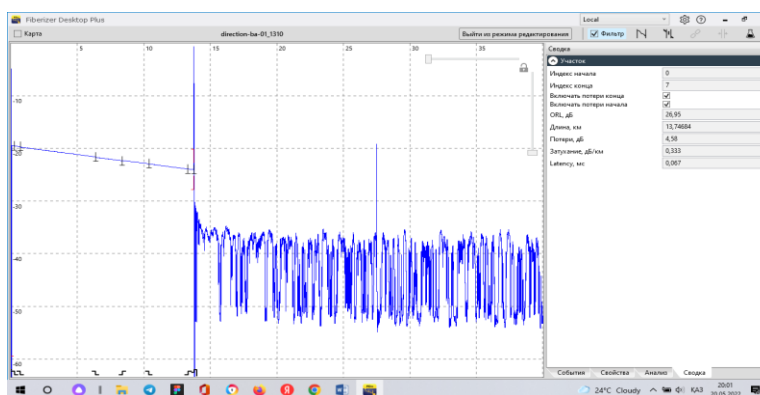


3.2 Сурет-. Рефлектограммамен жұмыс істеуге арналған "Fiberizer Desktop Plus" бағдарламасының суреті

Бағдарлама автоматты түрде оптикалық талшықтың жалпы жоғалу мәндерін және кездесетін оқиғалардағы шығындарды анықтайды. Оптикалық талшық туралы ақпарат және өлшеу жүргізілген параметрлер ұсынылады. Қашықтықты анықтауға мүмкіндік беретін А және В маркерлері бар. Ординат осінде және абсцисса осіндегі қашықтықта ыдырауды немесе басқа параметрлерді қолмен анықтауға мүмкіндік беретін Курсор.

3. Параметрді өзгерту:"ауқым".

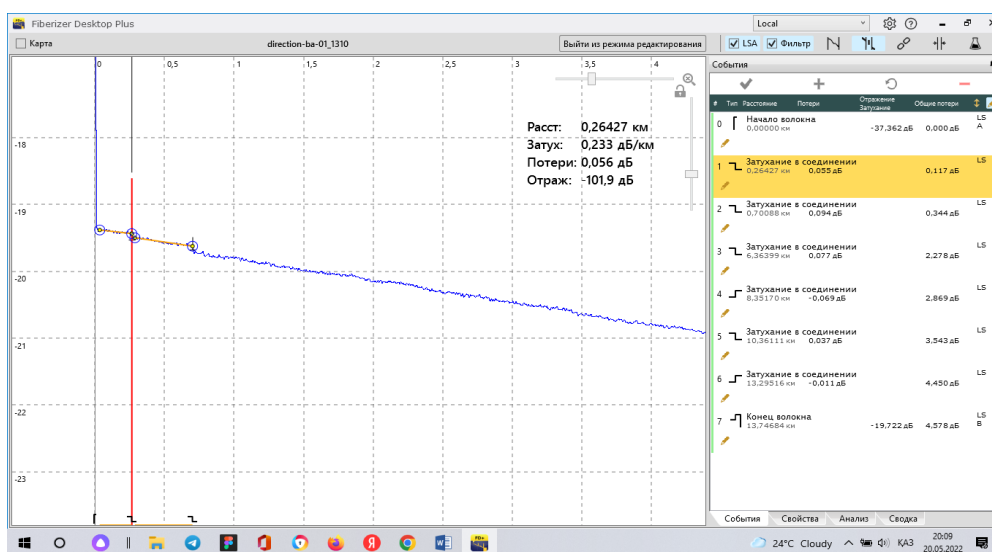
OTDR портына механикалық қосқышпен тікелей қосылған екі оптикалық талшық қосылды. Оптикалық талшықтың рефлекторлары диапазонның әртүрлі мәндерінде алынып тасталды. 1-рефлектометр параметрлердің мәндерін автоматты түрде орнатқан кезде (суретті қараңыз. 4). 2-ұсынылған диапазон мәні орнатылды (5-суретті қараңыз). Яғни зерттелетін сызықтың ұзындығынан асатын ең кіші диапазонды таңдау ұсынылады. 3-зерттелетін сызықтың ұзындығынан 3 есе асатын диапазонның мәні. Ыңғайлы болу үшін біз тек оптикалық талшықтардың түйіспесін қарастырамыз, яғни "рефлексия".



3.3 Сурет- Автоматты түрде орнатылған ауқым параметрлері үшін рефлектограмма

Автоматты өлшеу кезінде рефлектометр импульстар жіберіп, диапазонның барлық мәндерінен дәйекті түрде өтеді, содан кейін оңтайлы параметрлер автоматты түрде таңдалады және келесі өлшемдер таңдалған параметрлермен өтеді. Бұл жағдайда рефлектометр 4 км диапазонның мәнін анықтады және импульстің ұзақтығын 20 нс құрады. Іріктеу қашықтығы 0.160 М болды.

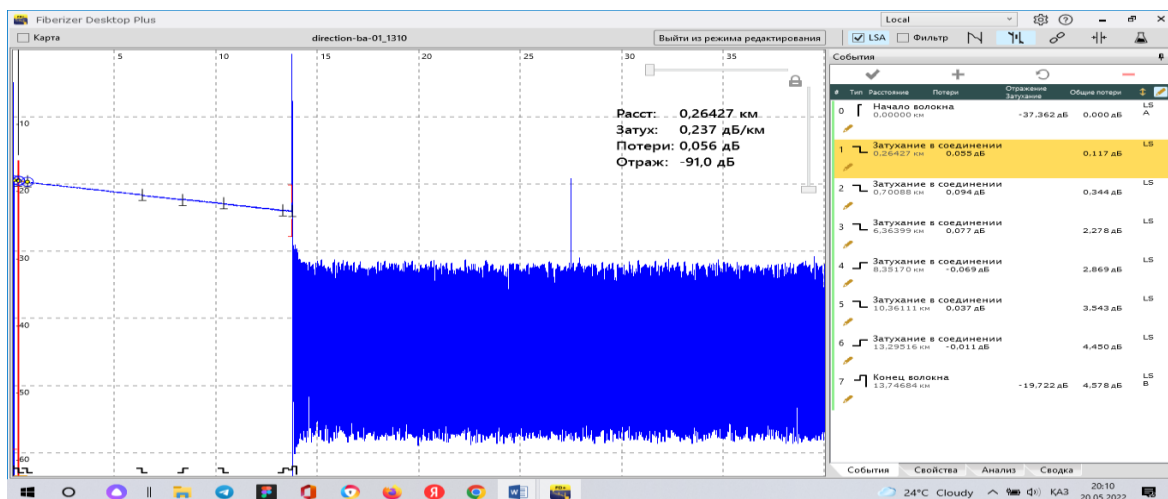
Жалпы ұзындығы 2.047 км. жалпы шығындар 1.094 dB. Тозу коэффициенті 0,534 dB. Типті қосылыста: "шағылысу", оған дейінгі қашықтық 1.024 км, енгізілген шығындар 0.150 dB, кері шығындар -54.606 dB, жинақталған шығындар 0.479 dB тозу коэффициенті 0.468.



3.4 Сурет- Қолмен орнатылған ауқым мәні бар рефлектограмма

Бұл жағдайда импульстің ауқымы мен ұзақтығының ең аз рұқсат етілген мәндері таңдалды. Диапазон 4 км және импульстің ұзақтығы 10 нс болды. Бұл жағдайда іріктеу қашықтығы 0.160 М болды, жалпы ұзындығы 2.047 км. жалпы шығындар 1.122 dB. Тозу коэффициенті 0,548 dB. На біріктіру типі:

"Рефлексия", оған дейінгі қашықтық 1.024 км, енгізілген шығындар 0.128 dB, кері шығындар -54.844 dB, жинақталған шығындар 0.531 dB тозу коэффициенті 0.519.

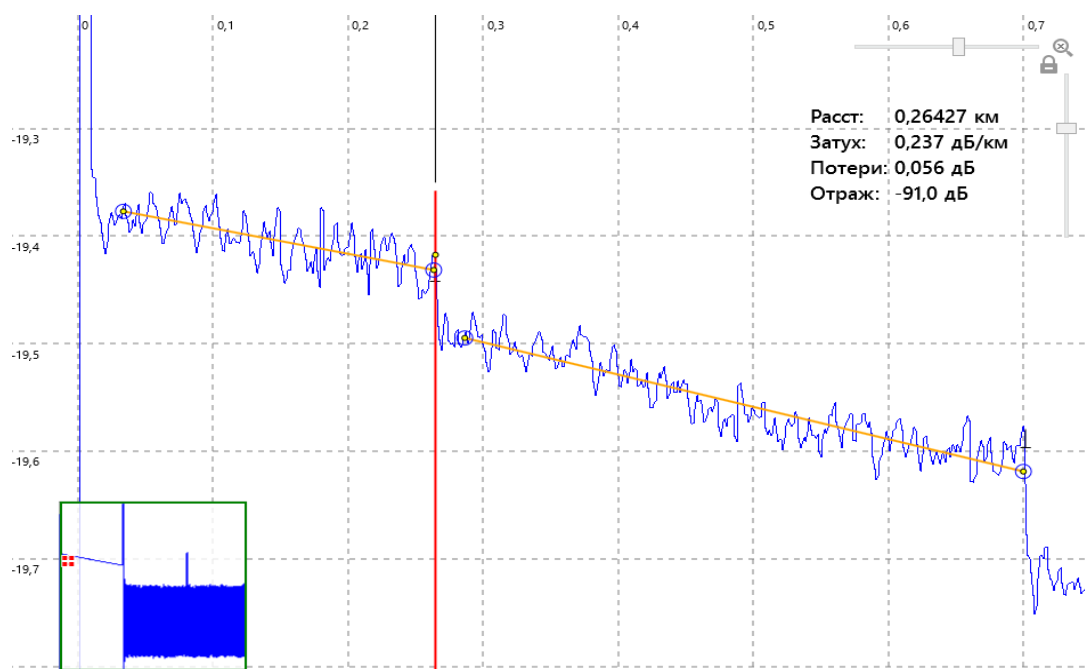


3.5 Сурет- Оптикалық талшықтың шуды сүзгілеу әдісіне диінгі көрінісі

Үшінші жағдайда, өлшеу диапазоны ең төменгі диапазоннан 2 есе жоғары. Іріктеу қашықтығы 0.319 М болды. жалпы ұзындығы

2.046 км. жалпы шығындар 1.080 dВ. Тозу коэффициенті 0,528 dВ. Типті қосылыста:" шағылысу", оған дейінгі қашықтық 1.024 км, енгізілген шығындар 0.153 dВ, кері шығындар -54.396 dВ, жинақталған шығындар 0.471 dВ тозу коэффициенті 0.460.

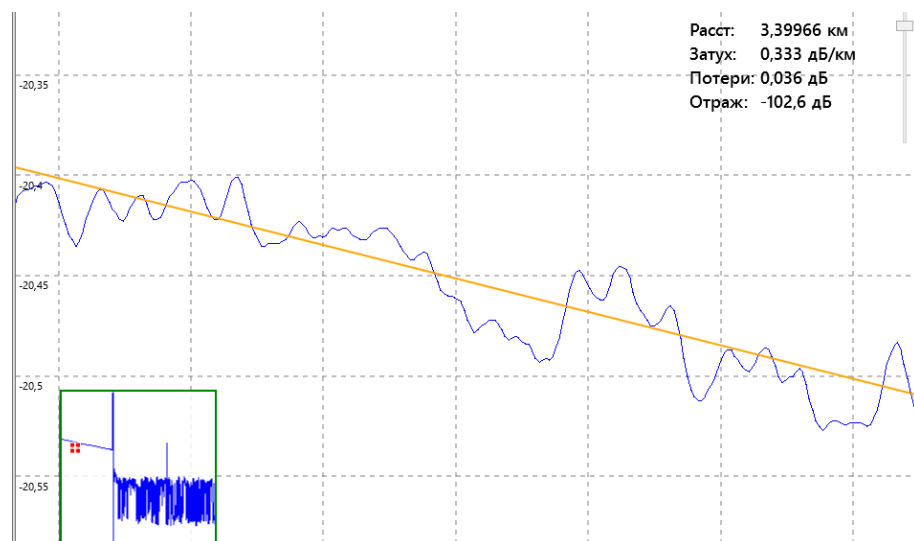
Барлық үш рефлектор бір-біріне біріктірілді. Техникалық себептерге байланысты 4-суретте көрсетілген рефлектограммаға сәйкес келетін қызыл түс көк түспен ауыстырылды.



3.6 Сурет- Дәнекерленген рефлектограммалық үлгісінің үлкейтілген ауқымы

Рефлектограммаларды визуалды салыстыру үшін шағылысатын оқиғаның орны 8-суретте масштабта үлкейтілген.

Графиктің көк түсі автоматты режимдегі диапазонға сәйкес келетін жерде графиктің қою жасыл түсі ұсынылған мәндерге сәйкес келеді және графиктің ашық жасыл түсі минималды диапазон параметрінен 2 есе диапазонға сәйкес келеді.

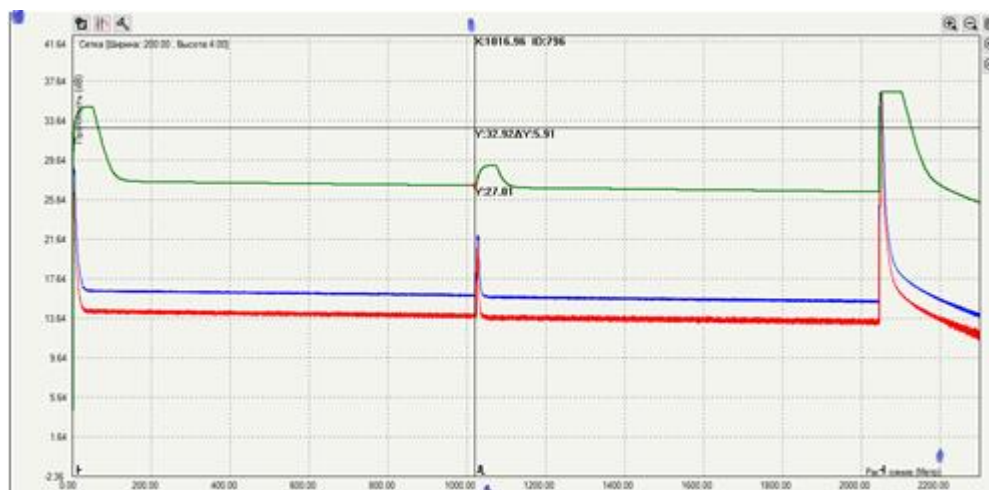


3.7 Сурет-. Әр түрлі диапазон мәндері бар біріктірілген рефлектограммалық үлгісінің үлкейтілген ауқымы

Рефлектограммалар мен алынған параметрлердің мәндеріне сүйене отырып, қуат мөлшері мен олардағы шығындар диапазонның мәніне тәуелді емес, тек импульстің ұзақтығына байланысты. Мұны 8-суреттен және алынған параметрлердің мәндерінен көруге болады. Қою жасыл график үшін импульстің ұзақтығы 10 нс, ал ашық жасыл немесе көк үшін 20 нс сәйкес келеді. Рефлектограмм импульсінің ұзақтығындағы айырмашылық диапазонның байланысты параметрлері мен рефлектометрдағы импульстің ұзақтығына байланысты. Бірақ іріктеу мәні бойынша диапазонның өзгеруі жақын арада бір-біріне жақын оқиғаларды ажырата алатынымызға қатты әсер етеді деп айтуға болады.

4. "Орташа" параметрінің рефлектограммаға әсері.

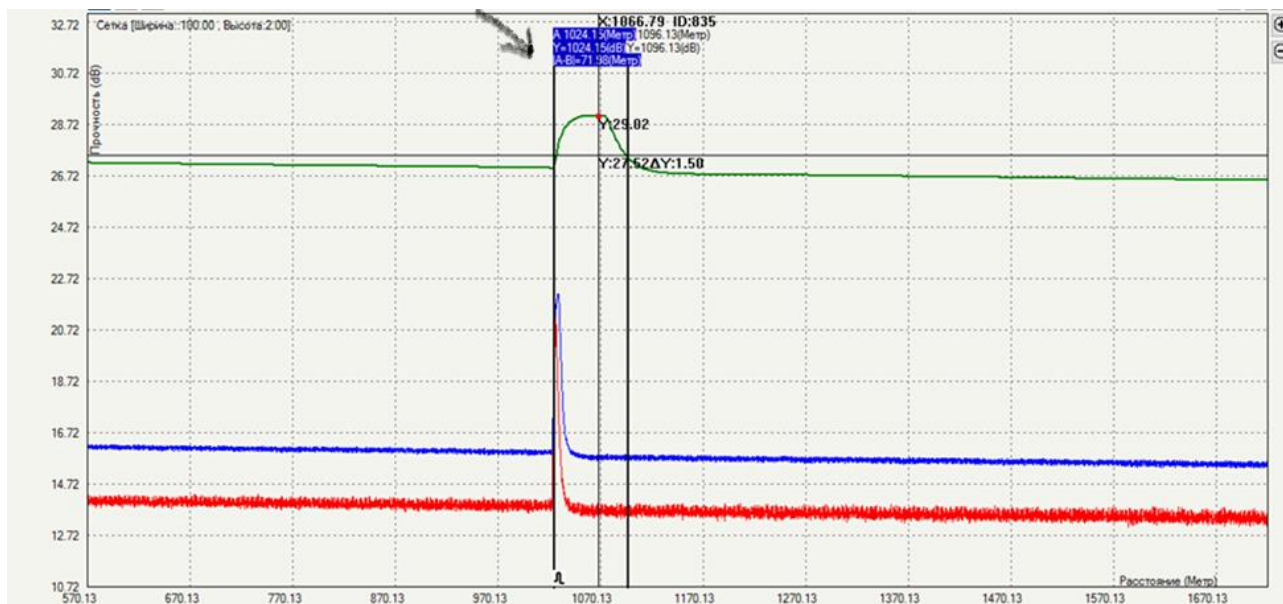
Орташа уақыттың әртүрлі уақыттарында қосқышы бар оптикалық талшықтың екі рефлектограммасы алынды. 9-суретте орташа уақыт 5 секундты құрады, бұл рефлектометрдің орташа уақыт уақытының минималды мәніне сәйкес келеді және 10-суретте рефлектограмма орташа уақыт кезінде рефлектометрдің орташа уақыт уақытының максималды мәніне сәйкес келеді.



3.8 Сурет- Өртүрлі импульс ұзақтығындағы рефлектограмма, жасыл 500 нс үшін, көк 50 нс және қызыл 10 нс.

8-сурет және әрбір рефлектора үшін алынған сипаттамалар өлшеу диапазонының әсерін зерттеуден жасалған қорытындыны растайды. Сондай-ақ, импульс ұзақтығы өлшемдердің динамикалық диапазонына әсер етеді, импульс неғұрлым үлкен болса, соғұрлым динамикалық диапазон үлкен болады.

Екі оптикалық талшықтардың түйіскен жеріндегі өлі аймақты анықтау үшін ұлғайтыңыз, 9-суретті қараңыз.



3.9 Сурет-. Өлі аймақтың енін табу

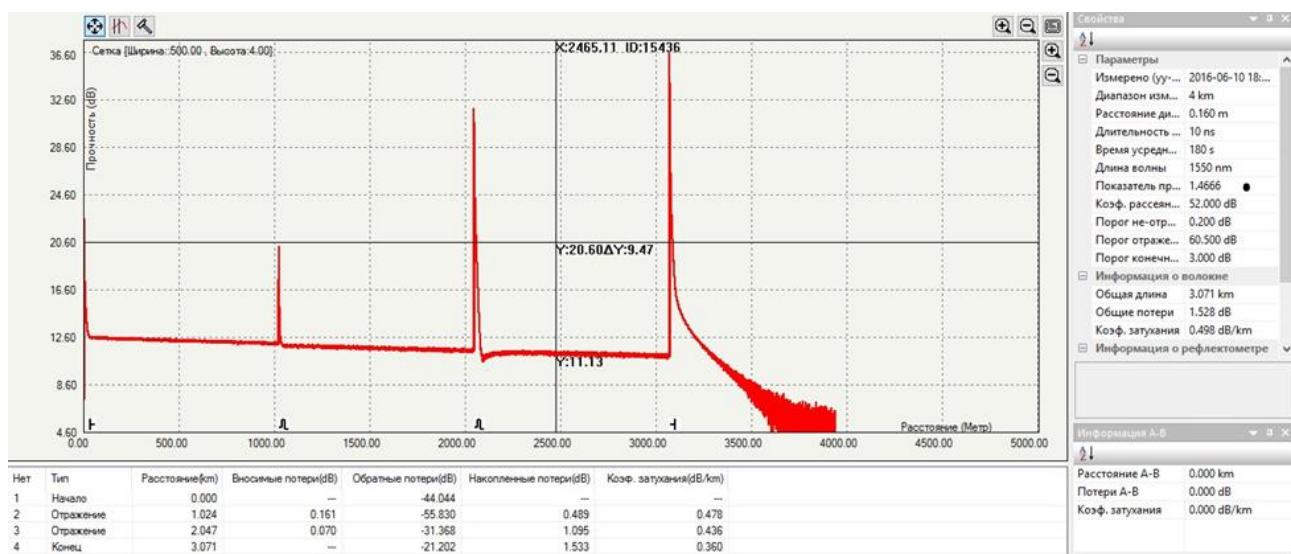
Өлі аймақ оның пайда болуының басынан жартылай деңгей деңгейіне дейін жарылыс ені бойынша орналасқан. Рефлектор шкаласында бұл деңгей импульстік жоғарғы деңгейден 1,5 дБ төмен. «Рефлексия» түріндегі оқиға

үшін өлі аймақтың енінің мәні үшінші жағдайда 72 метрді, бірінші жағдайда 3,71 метрді және екінші жағдайда 7,05 метрді құрады.

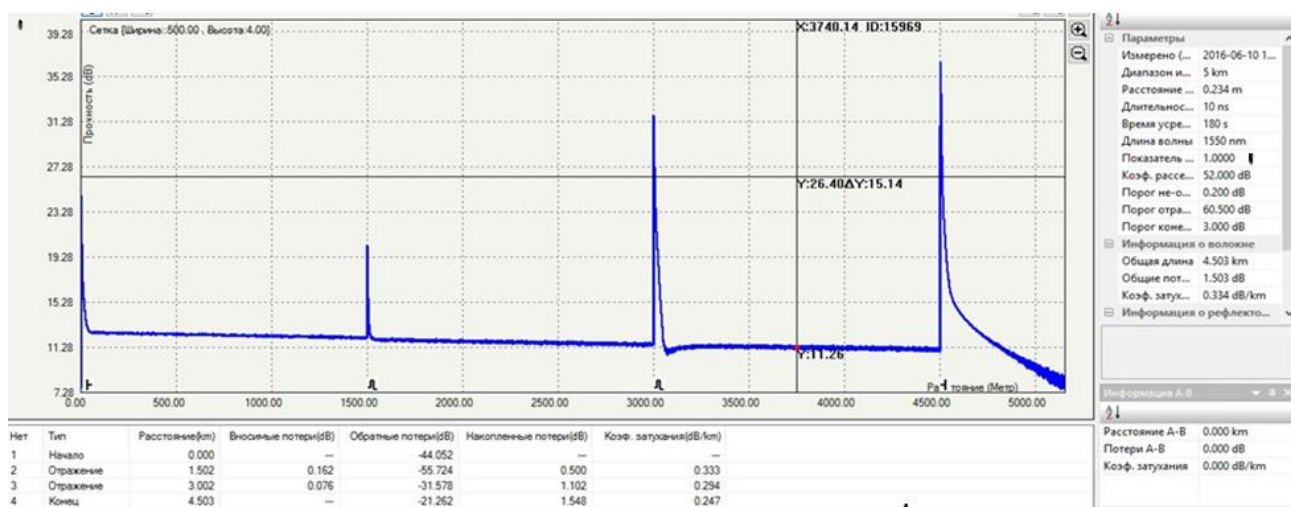
6. Сыну көрсеткішінің рефлектограммаға әсері.

Бұл жағдайда бір-бірімен механикалық қосқыштармен қосылған оптикалық талшықтың үш орамы үшін тәжірибе жүргізілді. Қосылымдар саны мен оптикалық талшықтың ұзындығы нәтижеге ешқандай әсер етпейді.

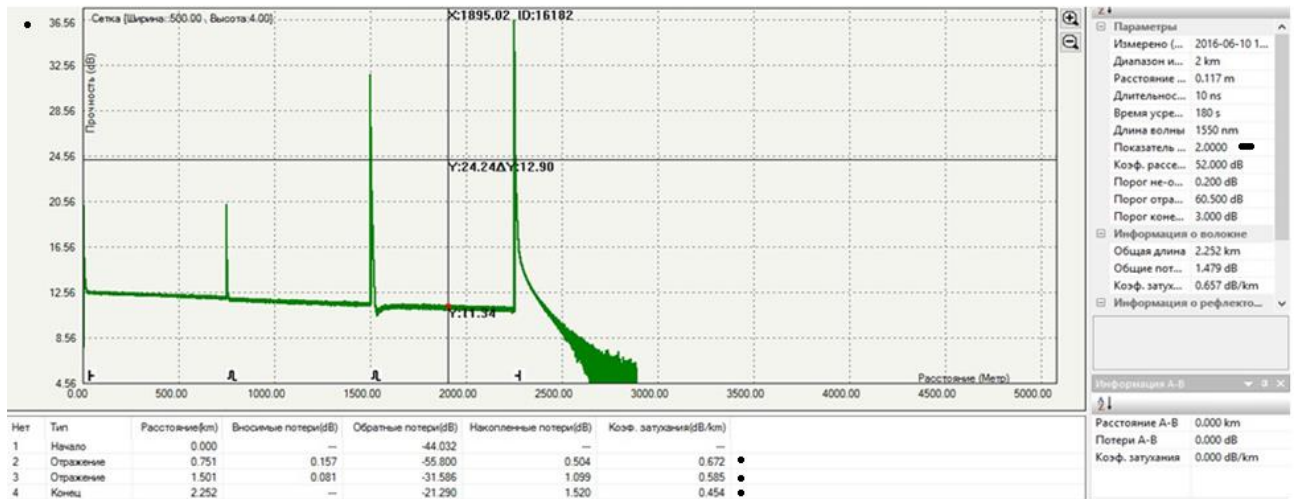
Үш тәжірибе жүргізілді, диапазонның басқа тұрақты параметрлері және импульс ұзақтығы - 10 нс, тек сыну көрсеткіші өзгерді. Бірінші жағдайда (10-суретті қараңыз) біз 1550 нм мөлдірлік терезесі үшін 1,4666 стандартты сыну көрсеткішін қолдандық. Екінші жағдайда (11-суретті қараңыз) сыну көрсеткіші бірлікке тең болды. Ал үшінші жағдайда (12-суретті қараңыз) сыну көрсеткіші екіге тең.



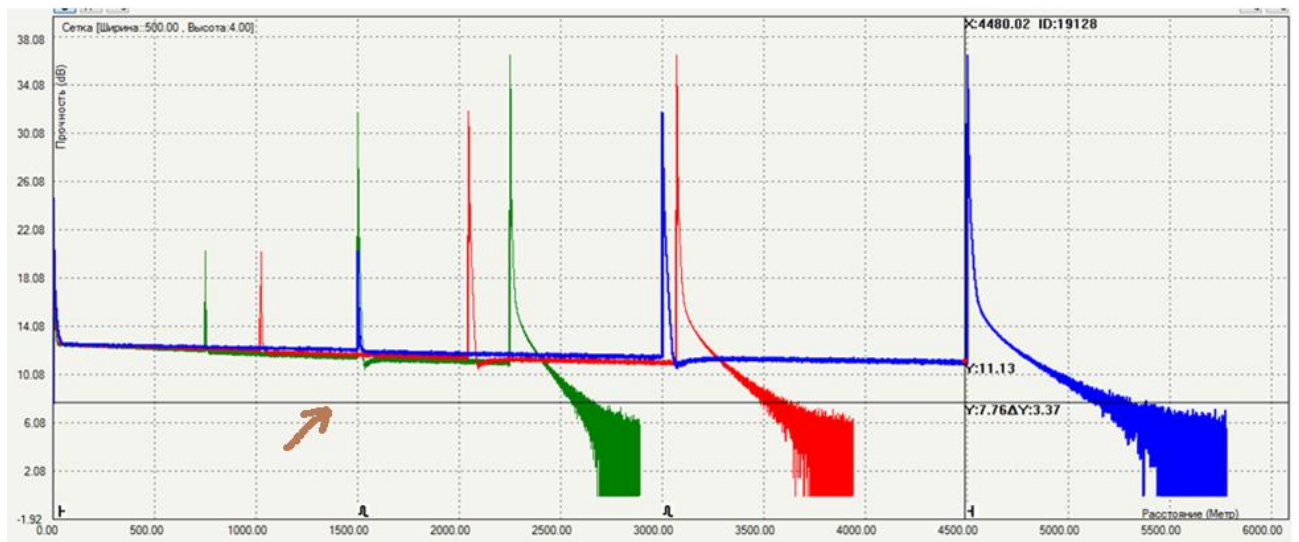
3.10 Сурет- 1,4666 сыну көрсеткіші үшін рефлектограмма



3.11 Сурет-. Сыну көрсеткішіне арналған рефлектограмма 1



3.12 Сурет- Сыну көрсеткішіне арналған рефлектограмма 2



3.13 Сурет- Әр түрлі сыну көрсеткіштері бойынша рефлектограммалар, мұндағы рефлектограммалар үшін сыну көрсеткіштері: жасыл = 2, көк = 1 және қызыл 1,4666.

Қатынасқа сәйкес таралу уақыты қашықтыққа байланысты болғандықтан:

$$D = \frac{c \cdot t}{2 \cdot n}, \quad (3.1)$$

Мұндағы D – талшық бойымен жарықтың жүріп өткен жолы, c – жарық жылдамдығы, t – кіріс импульсінің периоды, n – талшық өзегінің орташа сыну көрсеткіші. Оқиғаға дейін жарық импульсінің өтетін уақытын анықтай аламыз. Мысалы, D 1024 метрге тең болсын, n - 1,4666. Содан кейін:

$$t = \frac{2 \cdot D \cdot n}{c} = 1.002 \cdot 10^{-5}, \quad (3.2)$$

Бұл оптикалық талшықтағы жарық импульсі бірінші оптикалық қосқышқа $t=1,002 \cdot 10^{-5}$ с уақыт аралығында жетеді екен. немесе $1,022 \cdot 10^8$ м/с жылдамдықпен.

Таралу жылдамдығын біле отырып, қате орнатылған сыну көрсеткішінің оптикалық талшықтың ұзындығына қалай әсер ететінін анықтау оңай. Егер 1-өрнекте оптикалық сигнал бірінші қосқышқа жеткен және сыну көрсеткішінің мәні бірге тең болатын табылған уақытты ауыстырсақ, онда 13-суретте көрсетілген рефлектограмма бойынша бірінші қосқышқа дейінгі қашықтықты анықтаймыз, алынған мән. $d = 750,899$ м құрайды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Берілген бітіру жұмысында талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау әдістері зерттелді. Талшықты-оптикалық байланыс жүйелеріне тоқталып, рефлектометр жұмыс принциптері, регенератор сұлбасын қарастыру олардың қазіргі замандағы орыны қарастырылған.

Кафедраның зертханалық қондырғыларында зерттеулер жасалған.

Талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау параметрлерін есептеу: минималды өлі аймақты есептеу, өшулікті және өшулікті өлшеудің қателігін есептелді.

Дәнекерленген рефлектограммалық үлгісінің үлкейтілген ауқымы әдістері зерттелді. Әр түрлі диапазон мәндері бар біріктірілген рефлектограммалық үлгісінің үлкейтілген ауқымы өшулікті өлшеудің қателігін есептелді.

Оптикалық талшықтың шуды сүзгілеу әдісіне диінгі көрінісі қарастырылды.

Бұл жағдайда бір-бірімен механикалық қосқыштармен қосылған оптикалық талшықтың үш орамы үшін тәжірибе жүргізілді. Қосылымдар саны мен оптикалық талшықтың ұзындығы нәтижеге ешқандай әсер етпейді.

ПАЙДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

- 1) Волоконно-оптические сети и системы связи: учебное пособие. Складов О.К. Издательство "Лань" 2018;
- 2) Родина О.В. Волоконно-оптические линии связи: Учебное пособие 2016.;
- 3) Соколов С.А. Волоконно-оптические линии связи, 2019 г.
- 4) Алексеев Е.Б. Оптические сети доступа. Учебное пособие - М: ИПК при МТУ СИ, . - 140 с.2005 г.
- 5) www.dePs.ua – Оптическое оборудование для построения сетей.12.04.2015
- 6) Денисьева О. М., Мирошников Д.Г. - Средства связи для последней мили. - М: Эко-Трендз - НТЦ Натэкс, 2000
- 7) <https://telecom.kz/ru/purchases> - сайт компании АО "Казахтелеком".

РЕЦЕНЗИЯ

Үшкемпіров Нұрәділ Молдебекұлы

5B071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникация

Тақырыбына: «Талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау әдісі»

Орындалды:

- а) графикалық бөлімі 10 бет;
- б) түсіндірме жазбасы 10 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Дипломдық жобанда Үшкемпіров Нұрәділ Молдебекұлы талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау әдісін зерделеу. Дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

Бірінші бөлімде рефлектометрдің жұмыс принципі көрсетілген.

Екінші бөлімде Талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау кезіндегі қосылған жеріндегі шығындады талдау қарастырылған.

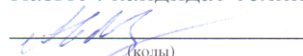
Үшінші бөлімде талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау әдісінің көрінісі қарастырылған салыстырып есептелінген.

Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғары дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер ақпаратты өңдеп тарату технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап берді.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жұмыс "90/А-/ жақсы" деген бағаға, ал студент Үшкемпіров Нұрәділ Молдебекұлы 6B06201 - РЭТ мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавр» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

КазНУ. кандидат технических наук

 Абдуллаев М. А.

«23» мамыр 2022ж.

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

Үшкөмпіров Нұрәділ Молдебекұлы

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Тақырыбы: «Талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау әдісі»

Орындалды:

а) графикалық бөлім парак;

б) түсініктеме бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Дипломдық жұмыста автор талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау әдісін қарастырды, сондай-ақ диагностикалауға арналған қондырғылардың артықшылықтары мен кемшіліктерін зерделеді.

Автор дипломдық жұмыста қондырғының электрлік сұлбасын ала отырып, рефлектометрдің жұмыс принципі көрсетілген.

Экономикалық бөлімде экономикалық тиімділіктің экономикалық негіздемесіне назар аударылады.

Дипломдық жобаны рәсімдеу жоғары деп санауға болады.

Алайда, келесі ескертулерді атап өту керек:

1) екінші тарауда ұсынылған стандарттардың олардың артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілген салыстырмалы кестесі жоқ.;

Түсіндірме жазба және графикалық бөлім оқу жұмыстарының талаптары мен стандарттарына сәйкес келеді. Ескертулерге бірнеше артық жұмыс көлемін жатқызуға болады.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жұмыс "90%, өте жақсы, А" орындалды, ал авторы Алмас Бибігүл Даниярқызы 5B071900-Радиотехника электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша "техника және технологиялар бакалавры" академиялық дәрежесін алуға лайық деп санаймын.

Сын – пікір беруші

ЭТ және ҒТ каф. лекторы,

техн. ғыл. магистрі

 Ибекеев С.Е.

(колы)

«20» мамыр 2022 ж.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Үшкемпіров Нұрәділ Молдебекұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау әдісі

Научный руководитель: Серикбек Ибекеев

Коэффициент Подобия 1: 6

Коэффициент Подобия 2: 3.1

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 13

Интервалы: 0

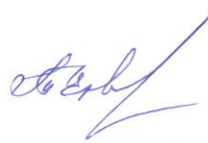
Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

21.05.2022.
Дата

Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Үшкемпіров Нүрәділ Молдебекұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Талшықты-оптикалық байланыс желісін диагностикалау әдісі

Научный руководитель: Серикбек Ибекеев

Коэффициент Подобия 1: 6

Коэффициент Подобия 2: 3.1

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 13

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

21.05.2022

Дата

Маркучен С

проверяющий эксперт