



**Міністерство освіти і науки України
Харківський національний педагогічний університет
імені Г. С. Сковороди**

Фізико-математичний факультет



**Збірник тез доповідей учасників
XX Всеукраїнської науково-методичної конференції
здобувачів вищої освіти та молодих вчених
«НАУМОВСЬКІ ЧИТАННЯ», присвяченої
300-річчю з дня народження Григорія Сковороди**

3-4 листопада 2022 року

Харків – 2022

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Бойчук Юрій доктор педагогічних наук, професор, завідувач ректор ХНПУ імені Г. С. Сковороди (Голова оргкомітету);

Бережна Світлана доктор філософських наук, професор, проректор з наукової, інноваційної і міжнародної діяльності ХНПУ імені Г. С. Сковороди (заступник Голови оргкомітету);

Пономарьова Наталія доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри інформатики, декан фізико-математичного факультету ХНПУ імені Г.С. Сковороди (заступник Голови оргкомітету);

Жерновникова Оксана доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри освітології та інноваційної педагогіки ХНПУ імені Г. С. Сковороди; кафедри математики ХНПУ імені Г. С. Сковороди (заступник Голови оргкомітету);

Сіра Ірина доцент кафедри математики ХНПУ імені Г. С. Сковороди, (секретар оргкомітету);

Боярська-Хоменко Анна доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри освітології та інноваційної педагогіки ХНПУ імені Г. С. Сковороди;

Олефіренко Надія доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри інформатики ХНПУ імені Г. С. Сковороди;

Масич Віталій доктор педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри фізики ХНПУ імені Г. С. Сковороди;

Басенко Ольга здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, в. о. голови студентської ради фізико-математичного факультету;

Худас Анна здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, голова волонтерського комітету студентської ради фізико-математичного факультету.

Рекомендовано вченою радою фізико-математичного факультету Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди
протокол № 7 від 31 січня 2023 р.

Затверджено редакційно-видавничою радою
Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди
Протокол № 2 від 15 лютого 2023 р.

Матеріали XX науково-методичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених «Наумовські читання», присвяченої 300-річчю з дня народження Григорія Сковороди [Електронний ресурс] (3-4 листопада 2022 р., м. Харків) / за заг. ред. Жерновникової О.А. / ХНПУ ім. Г. С. Сковороди. Харків : ХНПУ, 2022. – 436 с.

©Харківський національний педагогічний університет ім. Г. С. Сковороди

Оптичні явища в первинних мережах DWDM

Ольга Юрченко, викладачка кафедри фізики і хімії ХНПУ імені Г. С. Сковороди, **Андрій Курганський**, здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ХНПУ імені Г. С. Сковороди.....**306**

Розсіяння Брилюена в оптоволоконному середовищі

Ольга Юрченко, викладачка кафедри фізики і хімії ХНПУ імені Г. С. Сковороди, **Ярослав Тердоват'ян**, здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ХНПУ імені Г. С. Сковороди.....**309**

Використання мультимедійних засобів у навчанні фізики в закладах середньої освіти

Євген Малець, професор кафедри фізики і хімії ХНПУ імені Г. С. Сковороди; **Анастасія Антонова**, здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти ХНПУ імені Г. С. Сковороди.....**312**

Анодування танталу в сульфаматних електролітах

Сергій Макєєв, доцент кафедри фізики і хімії ХНПУ імені Г. С. Сковороди; **Юлія Гончар**, здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти ХНПУ імені Г. С. Сковороди.....**315**

Порівняння методик вирощування кристалів бісмуту з металевого розплаву

Сергій Макєєв, доцент кафедри фізики і хімії ХНПУ імені Г. С. Сковороди; **Дар'я Ноздрачова**, здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти ХНПУ імені Г. С. Сковороди.....**318**

Електронний парамагнітний резонанс як метод сучасної технології досліджень речовин

Ольга Юрченко, викладачка кафедри фізики і хімії ХНПУ імені Г. С. Сковороди, **Тетяна Потапова**, здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти ХНПУ імені Г. С. Сковороди.**321**

Ефект Керра в оптоволоконному середовищі

Ольга Юрченко, викладачка кафедри фізики і хімії ХНПУ імені Г. С. Сковороди, **Карина Влащенко**, здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ХНПУ імені Г. С. Сковороди.**324**

Хроматична дисперсія в оптоволоконному середовищі

Ольга Юрченко, викладачка кафедри фізики і хімії ХНПУ імені Г. С. Сковороди, **Дар'я Варга**, здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ХНПУ імені Г. С. Сковороди.....**327**

PHYSICS OF MAGNETORESISTANCE: A LONG WAY FROM PHENOMENON TO PRACTICAL APPLICATION

Abstract. Theses examine the physics of magnetoresistance, the effects of magnetoresistance, their types, and how the discoveries developed historically.

Key words: magnetoresistance effect, anisotropic magnetoresistance, tunnel magnetoresistance, giant magnetoresistance.

УДК 535.8:004.716

Юрченко О. В., Курганський А. Р.

ОПТИЧНІ ЯВИЩА В ПЕРВИННИХ МЕРЕЖАХ DWDM

Харківський національний педагогічний університет ім. Г. С. Сковороди

Анотація. В роботі розглянуто оптичні явища дифракції, відбиття оптичних хвиль, дисперсії та інтерференції у застосуванні до передачі значних обсягів інформації на великі відстані.

Ключові слова. Комп'ютерні мережі, первинні мережі, оптичні явища в устаткуванні мереж DWDM.

Інтернет глибоко закріпився в нашому житті. Від звичного нам прикладу – персональних комп'ютерів, до холодильників і пральних машин – все це має доступ до мережі Інтернет, що допомагає полегшити життя людям, але окрім цього спричиняє значний ріст трафіку. Цього року щомісячно обсяг переданого трафіку досягнув близько 330 гексабайтів. З цього виникає проблема організації швидкісної передачі інформації між великими містами або, навіть, між країнами. Одним з можливих засобів швидкої передачі інформації є мережі ущільненого хвильового мультиплексування DWDM, які використовують оптичні явища для передачі даних. В залежності від виду кабелю та способу кодування, швидкість може досягати декількох терабайтів на секунду.

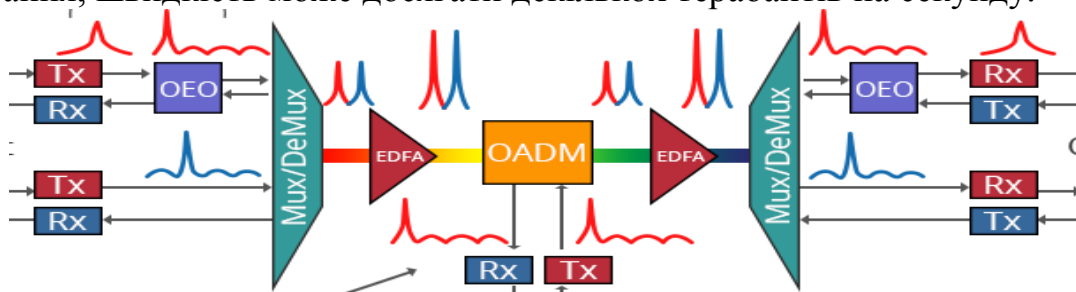


Рис. 1. Загальна структура первинної мережі DWDM.

В основному мережа DWDM (рис. 1) складається з термінального мультиплексора (на рис. 1 позначено «Mux/DeMux»), оптичних

мультиплексорів введення/виведення («OADM»), оптичних підсилювачів («EDFA»), пристрій компенсування дисперсії («DCM»).

Термінальні мультиплексори складаються з транспондерів та блоків (де)мультиплексування. З цього випливають їх основні функції: перетворення електричного сигналу або оптичного сигналу з іншою довжиною хвиль, поєднання сигналів від транспондерів в один для передачі оптоволоконним кабелем та його зворотне перетворення. Оптичні мультиплексори введення/виведення допомагають виводити або вводити хвилі з певною довжиною хвиль з довільного місця на оптоволоконному кабелі. Наступним важливим пристроєм є оптичний підсилювач, який може становити собою оптичне волокно леговане рідкоземельними елементами (наприклад, ербієм) або бути представленим оптичним підсилювачем на основі ефекту розсіювання Рамана (Olifer, 2005).

У пристроях MuxDemux застосовано декілька технологій. Першою з них є каскади тонкоплівних світлофільтрів (рис. 2). Одним з варіантів їх організації є використання оптоволокна, скошеного з торця під кут від 30 до 45 градусів, на яке нанесено шари речовин з різними показниками заломлення. Кожен такий світлофільтр відбиває хвилі з певною довжиною і пропускає крізь себе усі інші. У каскаду є два режими роботи, один з яких спрямований на те, щоб поєднувати оптичні хвилі, які надходять від користувачів, інший натомість виконує протилежну дію. Головним недоліком побудови є те, що каскад світлофільтрів викликає значне згасання коливань за великої кількості самих світлофільтрів, тому максимальна кількість хвиль при такому підході становить від 16 до 32 (Ghatak, 1998).

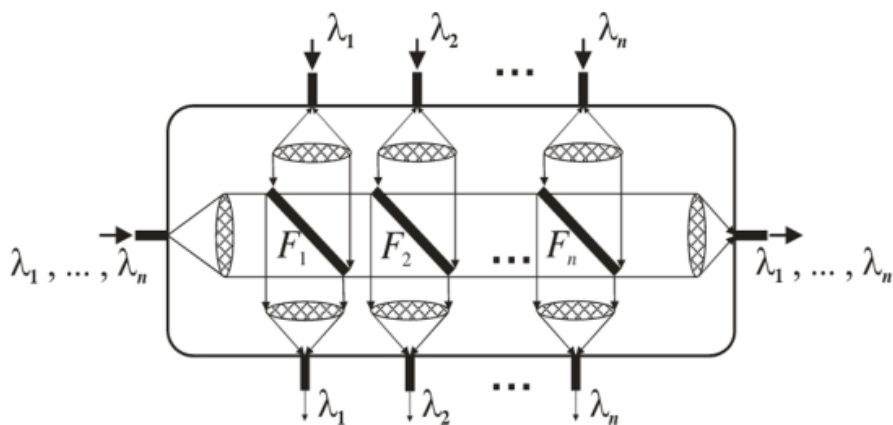


Рис. 2. Каскад тонкоплівних світлофільтрів.

Другою технологією є використання відбивної призми. Паралельний пучок поліхроматичного світла падає на поверхню призми; кожна компонентна довжина хвилі заломлюється по-різному. У вихідному світлі кожна довжина хвилі відокремлена від наступної кутом заломлення. Потім лінза фокусує кожен довжину хвилі до точки, де вона повинна потрапити у волокно. Аналогічно працює зворотній напрямом для мультиплексування різних довжин хвиль на одному волокні.

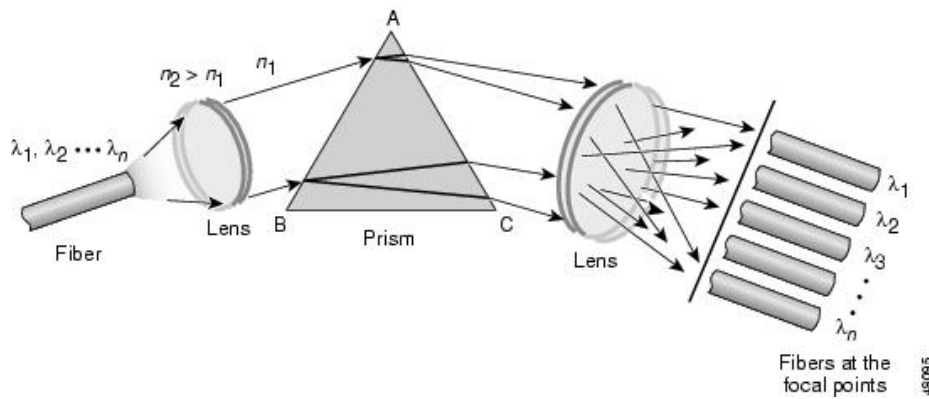


Рис. 3. Демультимплексування на основі відбивної призми.

Інша технологія заснована на принципах дифракції та оптичної інтерференції. Коли поліхроматичне джерело світла потрапляє на дифракційну решітку (рис. 4), кожна довжина хвилі дифрагує під різним кутом і, отже, до іншої точки простору. За допомогою лінзи ці довжини хвиль можна сфокусувати на окремих волокнах. Матричні хвилеводні решітки (AWG) також засновані на принципах дифракції. Пристрій AWG складається з масиву хвилеводів із вигнутими каналами з фіксованою різницею в довжині шляху між сусідніми каналами (рис. 5). Хвилеводи з'єднані з порожнинами на вході і виході. Коли світло потрапляє у вхідний резонатор, воно дифрагує і потрапляє в хвилеводний масив. Тут різниця оптичних довжин кожного хвилеводу створює фазові затримки у вихідному резонаторі, де з'єднується масив волокон. Процес призводить до того, що різні довжини хвиль мають максимальні перешкоди в різних місцях, які відповідають вихідним портам (Chauvel, 2008).

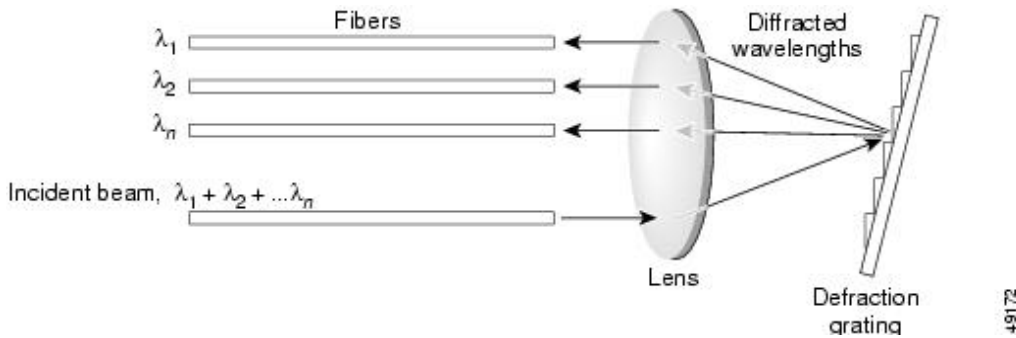


Рис. 4. Демультимплексування з використанням дифракційної решітки й лінзи.

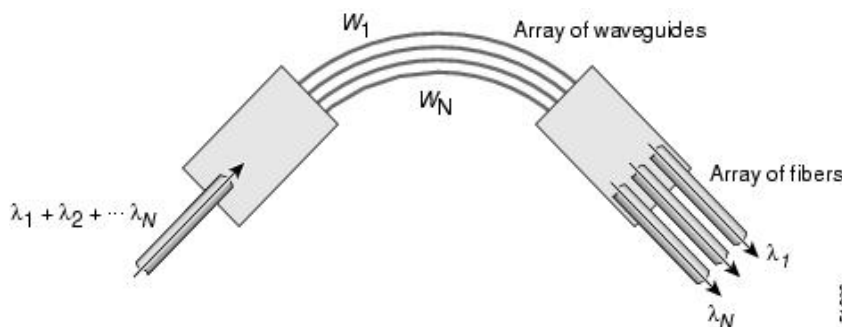


Рис. 5. Демультимплексування через фазари.

Нажаль, оптоволоконні кабелі не є ідеальним середовищем передачі інформації і вносять спотворення сигналу. Спотворення бувають лінійними, які можуть бути викликані затуханням сигналу, хроматичною дисперсією, релєївським розсіюванням, поглинання електромагнітного випромінювання, та нелінійними, які можуть бути викликані поляризаційною модовою дисперсією, ефектом Керра, розсіянням Рамана, розсіянням Бріллюена, чотирихвильовим змішуванням та фазовою самомодуляцією (Laude, 2002).

Кожний пристрій у системі надшвидкісної передачі інформації потребує ретельного підходу до його побудови на основі поглибленого вивчення фізичних засад щодо залучення у вжиток оптичних явищ, які відіграють значну роль у швидкодії первинних мереж DWDM.

Список використаних джерел

1. Laude J. P. DWDM fundamentals, components, and applications. – Norwood, MA: Artech House, 2002.
2. Chauvel G. Dispersion in optical fibers //Anritsu Corporation. – 2008. – Т. 1.
3. Olifer N., Olifer V. Computer networks: Principles, technologies and protocols for network design. – Wiley Publishing, 2005.
4. Ghatak A. A. et al. An introduction to fiber optics. – Cambridge university press, 1998.

Yurchenko O., Kurhanskyi A.

OPTICAL PHENOMENA IN PRIMARY DWDM NETWORKS

Abstract. The work deals with the optical phenomena of diffraction, reflection of optical waves, dispersion and interference as applied to the transmission of large amounts of information over long distances.

Keywords: computer networks, primary networks, optical phenomena in DWDM network equipment.



УДК 535.58: 681.7

Юрченко О.В. , Тердоват'ян Я.Д.

РОЗСІЯННЯ БРІЛЛЮЕНА В ОПТОВОЛОКОННОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди

Анотація. В роботі було розглянуто явище розсіяння Бріллюена у оптоволоконному середовищі, були проілюстровані моменти результату типів розсіювання Бріллюена, а також його застосування.

Ключові слова: Розсіяння Бріллюена, оптоволоконне середовище, експеримент, фізика, спонтанне, стимульоване, пряме та зворотне розсіяння Бріллюена.