

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»

Факультет фізико-технічний

Кафедра матеріалознавства і новітніх технологій

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Загальний курс фізики ч. IV. Оптика

Освітня програма Бакалавр

Спеціальність 104 Фізика та астрономія

Галузь знань 10 Природничі науки.

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 1 від “27” 09 2019 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
7. Політика курсу
8. Політика академічної поведінки і етики
9. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Загальна фізика. Оптика.
Викладач (-і)	Яцура Михайло Михайлович
Контактний телефон викладача	Роб. 59 -61- 43
E-mail викладача	Yatcura 1940 @ gmail.com
Формат дисципліни	Нормативна
Обсяг дисципліни	6 кредитів
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pu.if.ua/
Консультації	1 год. на тиждень, ауд. 211
2. Анотація до курсу	
<p>Оптика - один із розділів фізики, який вивчає властивості і фізичну природу світла, а також його взаємодію з речовиною. Під світлом розуміють не тільки видиме світло, але і широкі ділянки спектра електромагнітного випромінювання, які до нього прилягають – інфрачервону і ультрафіолетову. Видиме, інфрачервоне і ультрафіолетове випромінювання складають так звану оптичну ділянку спектра. Ця ділянка простягається від довжини хвилі 10^{-11} м до 10^{-2} м. Оптику поділяють фізичну і геометричну, хвильову і корпускулярну. Оптичні явища тісно пов'язані з явищами, які вивчаються в інших розділах фізики, оптичні методи дослідження відносяться до найбільш тонких і точних. Сьогодні немає таких галузей науки де б не використовувалися фізичні методи дослідження.</p>	
3. Мета та цілі курсу	
<p>Мета: забезпечення студентів глибокими знаннями теоретичних основ хвильової, квантової, геометричної та нелінійної оптики, необхідних для розв'язку складних задач і постановки фізичного експерименту в майбутньому.</p> <p>Цілі: засвоєння студентами основи теорії явищ хвильової, квантової, геометричної та нелінійної оптики; оволодіння змістом основних понять і законів сучасної оптики; набуття навичок застосування теоретичних знань до розв'язку практичних задач з оптики.</p>	
4. Результати навчання (компетентності)	
<p>Інтегральна компетентність</p> <p>Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.</p> <p>Загальні компетентності</p> <p>K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. K02. Здатність застосовувати знання у практичній ситуаціях. K03. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. K04. Здатність бути критичним і самокритичним. K07. Навички здійснення безпечної діяльності. K08. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт. K10. Прагнення до збереження навколишнього середовища. K11. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо. K14. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні. K15. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, їх місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя. K16. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації, вміння застосовувати здобуті фундаментальні знання при розробці нових наукових методик в новітніх промислових технологіях, зразках нової техніки і апаратури.</p>	

K17. Здатність до пошуку, опрацювання та узагальнення професійної та науково-технічної інформації, робити усні та письмові звіти, популяризувати сучасні фізичні концепції серед нефаківців.

Спеціальні (фахові) компетентності.

K18. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

K19. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

K20. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

K21. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.

K22. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.

K24. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

K25. Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.

K26. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

K27. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

K28. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.

K29. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень.

K30. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

K31. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту.

K32. Здатність застосовувати основні фізичні теорії і методи теоретичної фізики для опису фізичних законів і конкретних фізичних явищ.

K33. Здатність застосовувати здобуті фундаментальні знання при розробці нових наукових методик в новітніх промислових технологіях, зразках нової техніки і апаратури.

K34. Здатність сучасних уявлень про основні теоретичні чи експериментальні методи проведення наукового дослідження фізичних об'єктів та технологічного процесу їхнього створення.

K35. Здатність визначати оптимальні умови виконання експерименту для досягнення поставленої фізичної мети і формулювати технічні вимоги до компонентів експериментальної методики.

K36. Здатність приймати участь в розробці нових методів і методичних підходів в науково-інноваційних дослідженнях та інженерно-технологічній діяльності.

K37. Здатність використовувати знання іноземної мови для вивчення наукової фізичної літератури та у професійному спілкуванні з іноземними колегами.

Очікувані програмні результати навчання

ПРО1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач.

ПРО2. Знати і розуміти фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій, та методи дослідження властивостей речовин і матеріалів.

ПРО3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.

ПР07. Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.

ПР13. Розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень.

ПР17. Знати і розуміти роль і місце фізики, астрономії та інших природничих наук у загальній системі знань про природу та суспільство, у розвитку техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду.

5. Організація навчання курсу

Обсяг курсу

Вид заняття	Загальна кількість годин
Лекції	30
практичні заняття (семінарські) заняття	40
самостійна робота	110

Ознаки курсу

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий
4-ий	104 Фізика та астрономія	2-ий	нормативний

Тематика курсу

Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
Тема 1. Основні властивості світла Предмет оптики та її структура. Історичний огляд вчення про світло. Місце оптики в системі наук та її роль в науково-технічному прогресі. Електромагнітна природа світла. Шкала електромагнітних хвиль. Характеристика оптичного діапазону електромагнітних хвиль. Особливості видимого діапазону. Світлові хвилі. Монохроматичні коливання і хвилі. Поняття про розклад Фур'є. Принцип суперпозиції. Енергія, яка переноситься електромагнітною хвилею. Класифікація хвиль.	Лекція	[1, 2, 3]	2 год.	1- 5	Згідно розкладу занять
Тема 2. Фотометрія. Основні фотометричні поняття і величини. Співвідношення між енергетичними та світловими характеристиками випромінювання.	Лекція	[1, 2, 3]	2 год	1- 5	Згідно розкладу занять
Тема 3. Інтерференція світла. Когерентність світла. Інтерференція світлових хвиль. Методи здійснення когерентних хвиль в оптиці, характеристика інтерференційних схем. Часова і просторова когерентність. Оптична довжина шляху. Таутохронізм. Вплив розмірів джерел на	Лекція	[1, 2, 3]	4 год	1- 5	Згідно розкладу занять

інтерференцію світла. Інтерференція немонохроматичних хвиль. Стоячі світлові хвилі. Досліди Вінера. Кольорова фотографія. Інтерференція в тонких плівках і пластинках. Смоги рівної товщини і рівного нахилу. Кільця Ньютона. Багатопророменева інтерференція. Просвітлення оптики.					
Тема 4. Дифракція світла. Принцип Гюйген-са-Френеля. Метод зон Френеля. Зональна пластинка. Графічний метод розрахунку амплітуди. Найпростіші дифракційні проблеми. Дифракція Фраунгофера. Дифракція на одній щілині, прямокутному та круглому отворах. Дифракція на 2-х щілинах. Дифракційна решітка. Види решіток. Похиле падіння променів на решітку. Характеристики спектральних апаратів. Дифракція на неперервних періодичних структурах. Дифракція на ультразвукових хвилях. Дифракція на багатовимірних структурах. Дифракція рентгенівських променів.	Лекція	[1, 2, 3]	4 год	1- 5	Згідно розкладу занять
Тема 5. Геометрична оптика. Геометрична оптика як граничний випадок хвильової. Принцип Ферма. Закони відбивання і заломлення на плоскій і сферичній поверхнях. Теорема Лагранжа-Гельмгольца. Центрована оптична система. Лінза. Ідеальні оптичні системи. Аберації оптичних систем: сферична і хроматична аберації; астигматизм. Апланатизм. Каустичні поверхні. Прості оптичні інструменти. Діафрагми. Проекційні і спектральні апарати. Око. Дифракційна теорія оптичних інструментів. Роздільна сила об'єктива.	Лекція	[1, 2, 3]	4 год	1- 5	Згідно розкладу занять
Тема 6. Поляризація світла Природне і поляризоване світло. Подвійне променезаломлення світла. Поляризація при відбиванні і заломленні світла. Поляризаційні пристрої і їх застосування. Інтерференція поляризованого світла. Досліди Френеля і Араго. Означення і аналіз	Лекція	[1, 2, 3]	3 год	1- 5	Згідно розкладу занять

світла поляризованого по еліпсу і по колу. Внутрішня природа світла. Взаємодія електромагнітної хвилі і речовини. Формули Френеля. Поляризація світла при проходженні світла через межу 2-х діелектриків. Закон Брюстера. Повне відбивання					
Тема 7. Оптика анізотропних середовищ. Оптичні характеристики анізотропних середовищ. Одновісні і двовісні кристали. Побудова Гюйгенса для анізотропних кристалів. Штучна анізотропія: анізотропія при деформаціях; в електричному і магнітному полях; електрооптичний ефект Поккельса. Практичні застосування штучної анізотропії.	Лекція	[1, 2, 3]	1 год	1- 5	Згідно розкладу занять
Тема 8. Дисперсія світла. Нормальна і аномальна дисперсія. Елементи електронної теорії дисперсії світла в газах. Експериментальні методи вимірювання дисперсії. Метод гаків Рождественського. Основи квантової теорії дисперсії. Поглинання світла.	Лекція	[1, 2, 3]	2 год	1- 5	Згідно розкладу занять
Тема 9. Розсіяння світла. Розсіяння світла в оптично неоднорідному середовищі. Молекулярне розсіяння світла. Спектри молекулярного розсіяння світла. Комбінаційне розсіяння світла. Випромінювання Черенкова-Вавилова.	Лекція	[1, 2, 3]	самостійне опрацювання	1- 5	Згідно розкладу занять
Тема 10. Обертання площини поляризації. Обертання площини поляризації в кристалах, в аморфних тілах і рідинах. Цукрометрія. Елементарна феноменологічна теорія обертання площини поляризації.	Лекція	[1, 2, 3]	самостійне опрацювання	1- 5	Згідно розкладу занять
Тема 11. Швидкість світла. Оптика рухомих середовищ Астрономічні і лабораторні методи визначення швидкості світла. Фазова і групова швидкість. Явище Доплера в оптиці. Принцип відносності. Експериментальні основи спеціальної теорії відносності. Формули перетворення координат і часу та висновки з них.	Лекція	[1, 2, 3]	2 год	1 - 5	Згідно розкладу занять
Тема 12. Теплове випромінювання. Закони теплового випроміню-	Лекція	[1, 2, 3]	2 год	1- 5	Згідно розкладу занять

вання. Правило Прево. Закон Кіргофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон зміщення Віна. Формула Планка. Оптична пірометрія					
Тема 13. Фотоефект. Закони фотоефекту. Фотоефект в металах, напівпровідниках і діелектриках. Гіпотеза світлових квантів. Внутрішній фотоефект. Фотоелементи. Селективний фотоефект.	Лекція	[1, 2, 3]	1 год	1 - 5	Згідно розкладу занять
Тема 14. Явище Комптона. Закони і теорія явища. Ефект Допплера і гіпотеза світлових квантів.	Лекція	[1, 2, 3]	1 год	1 - 5	Згідно розкладу занять
Тема 15. Тиск світла. Експериментальне вивчення тиску світла. Досліди П.М. Лебедева. Тиск світла в рамках хвильової теорії та теорії фотонів. Світловий тиск в деяких космічних явищах.	Лекція	[1, 2, 3]	1 год	1 - 5	Згідно розкладу занять
Тема 16. Люмінесценція. Класифікація люмінесценції. Люмінесценція складних молекул. Люмінесценція кристалів. Застосування люмінесценції.	Лекція	[1, 2, 3]	1 год	1 - 5	Згідно розкладу занять
Тема 17. Елементи нелінійної оптики. Предмет нелінійної оптики. Нелінійна поляризація середовищ. Взаємодія електромагнітних хвиль в кристалах. Нелінійні параметричні ефекти. Самофокусування, самодифузія. Вимушене комбінаційне розсіяння світла. Прилади на базі ефектів нелінійної оптики.	Лекція	[1, 2, 3]	самостійне опрацювання	1 - 5	Згідно розкладу занять
Тема 18. Квантові генератори (лазери). Спонтанне і вимушене випромінювання. Будова і принцип роботи лазера. Газові лазери. Гелій-неоновий лазер. Режим роботи лазерів. Лазери на барвниках. Застосування лазерів. Лазери майбутнього.	Лекція	[1, 2, 3]	самостійне опрацювання	1 - 5	Згідно розкладу занять
Тема 1. Природа світла. Електромагнітна природа світла. Енергія, яку переносить електромагнітна хвиля.	Практичні роботи	[1, 2, 3, 11]	2 год	1 - 5	Згідно розкладу занять
Тема 2. Фотометрія. Основні фотометричні поняття та величини. Співвідношення між енергетичними та світловими характеристиками. Основні фотометричні поняття та величини. Співвідношення між енергетичними та світловими харак-	Практичні роботи	[1, 2, 3, 11]	2 год	1 - 5	Згідно розкладу занять

теристиками.					
Тема 3. Інтерференція світла. Характеристики інтерференційних схем. Інтерференція в тонких плівках і пластинках. Смуги рівного нахилу і рівної товщини.	Практичні роботи	[1, 2, 3, 11]	4 год	1 - 5	Згідно розкладу занять
Тема 4. Дифракція світла. Метод зон Френеля. Найпростіші дифракційні проблеми. Дифракція Фраунгофера. Дифракція на одній і 2-х щілинах. Дифракційна решітка.	Практичні роботи	[1, 2, 3, 11]	4 год	1 - 5	Згідно розкладу занять
Тема 5. Геометрична оптика Закони відбивання і заломлення світла на плоскій і сферичній поверхнях. Лінза. Формула лінзи. Побудова зображень в лінзі.	Практичні роботи	[1, 2, 3, 11]	4 год	1 - 5	Згідно розкладу занять
Тема 6. Поляризація світла. Подвійне промене-заломлення. Поляризаційні пристрої та їх застосування. Поляризоване світло по колу і по еліпсу. Аналіз поляризованого світла. Взаємодія електромагнітної хвилі з речовиною. Формули Френеля Оптика анізотропних середовищ. Штучна анізотропія. Обертання площини поляризації в кристалах, аморфних тілах і рідинах.	Практичні роботи	[1, 2, 3, 11]	6 год	1 - 5	Згідно розкладу занять
Тема 7. Дисперсія і поглинання світла. Нормальна і аномальна дисперсія. Елементи класичної теорії дисперсії. Поглинання світла. Від'ємне поглинання світла.	Практичні роботи	[1, 2, 3, 11]	2 год	1 - 5	Згідно розкладу занять
Тема 8. Оптика рухомих середовищ. Явище Доплера. Експериментальні основи спеціальної теорії відносності. Формули перетворення координат і часу.	Практичні роботи	[1, 2, 3, 11]	4 год	1 - 5	Згідно розкладу занять
Тема 9. Теплове випромінювання. Закони теплового випромінювання. Розподіл енергії в спектрі випромінювання абсолютно чорного тіла. Формула Планка Оптична пірметрія.	Практичні роботи	[1, 2, 3, 11]	2 год	1 - 5	Згідно розкладу занять
Тема 10. Квантові властивості світла. Фотоефект. Закони фотоефекту. Внутрішній фотоефект. Ефект Комптона. Тиск світла.	Практичні роботи	[1, 2, 3, 11]	4 год	1 - 5	Згідно розкладу занять
Тема 1. Розсіяння світла. Розсіяння світла в оптично неоднорідному середовищі. Молекулярне розсіяння світла. Спектри молекулярного	Семинарські роботи	[1, 2, 3, 11]	2 год	1 - 5	Згідно розкладу занять

розсіяння світла. Комбінаційне розсіяння світла. Випромінювання Черенкова-Вавилова.					
Тема 2. Елементи нелінійної оптики. Предмет нелінійної оптики. Нелінійна поляризація середовищ. Взаємодія електромагнітних хвиль в кристалах. Нелінійні параметричні ефекти. Самофокусування, самодифузія. Вимушене комбінаційне розсіяння світла. Прилади на базі ефектів нелінійної оптики.	Семинарські роботи	[1, 2, 3, 11]	2 год	1 - 5	Згідно розкладу занять
Тема 2. Квантові генератори (лазери). Спонтанне і вимушене випромінювання. Будова і принцип роботи лазера. Газові лазери. Гелій-неоновий лазер.	Семинарські роботи	[1, 2, 3, 11]	2 год	1 - 5	Згідно розкладу занять

6. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	Накопичувальна бально-рейтингова система, що передбачає оцінювання студентів за видами аудиторної та позааудиторної навчальної діяльності, спрямованої на опанування навчального навантаження з освітньої програми: поточний, модульний, підсумковий контроль. Підсумковий контроль здійснюється письмово, письмово-усно або в тестовій формі.
Вимоги до письмової роботи	<p>Письмова робота з будь-якого виду занять, повинна бути належним чином оформлена, повинна містити умову поставленого завдання (задачі), пояснення, рисунки, формули, графіки тощо. Письмова робота повинна бути грамотно написана і читабельна.</p> <p>При оцінці роботи студента на практичному/семинарському занятті враховується: розуміння студентом теоретичного матеріалу, пов'язаного з темою, яка обговорюється на занятті, вміння теоретично обґрунтовувати хід розв'язку задачі, вміння викладати свої думки письмово (у випадку письмової роботи), правильність і послідовність викладання своїх думок (розв'язку задачі), самостійно висловлювати ідеї і вміння відстоювати їх, вміння застосовувати теоретичні положення теми до розв'язку конкретних задач, застосування ілюстрацій (презентацій) впродовж доповіді на семінарі, участь (активність) студента при розв'язку задач та в дискусії при обговоренні питань на семінарі.</p>
Практичні (семинарські) заняття	
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до підсумкового контролю (екзамену), якщо він впродовж семестру за змістові модулі сумарно набрав 25 і більше балів. В протилежному випадку студенту у екзаменаційній відомості робиться

запис «не допущений».

7. Політика курсу

Курс передбачає роботу студентів групою (практичні і семінарські заняття) і ВНЗ. Робота в студентській аудиторії повинна бути дружньою, творчою, відкритою до дискусій, конструктивною.

Усі завдання, передбачені програмою, повинні бути виконані студентом у встановлені терміни.

Будь-які роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (-20%).

Пропуски практичних/семінарських та лабораторних занять без поважних причин виключаються.

Студент повинен бути готовим до кожного із практичних/семінарських і лабораторних занять.

Якщо студент не готовий до якогось із практичних/семінарських або лабораторних занять, то таке заняття повинно бути відпрацьоване у встановленому порядку;

Практичні/семінарські і лабораторні заняття, пропущені з поважних причин, повинні бути відпрацьовані у встановленому порядку;

Студент повинен самостійно займатися в бібліотеці або в інтернет режимі.

8. Політика академічної поведінки і етики

Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших.

Заперечення повинні формулюватися тільки в коректній формі.

Плагіат та академічна недоброчесність несумісні з принципами діяльності ВНЗ.

Не допускається підказування та списування під час здачі будь-яких робіт (проміжного контролю, модулів, екзамену тощо)

9. Рекомендована література

1. Остафійчук Б.К., Рувінський М.А., Яцура М.М., Будзуляк І.М. Курс загальної фізики. Оптика: хвилі, промені, кванти. – Івано-Франківськ.: Вид-во ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”, 2011.

2. Яцура М.М., Остафійчук Б. К., Гамарник А. М. Курс загальної фізики. Оптика: запитання і відповіді: навчальний посібник. За ред. Б. К. Остафійчука. – Івано-Франківськ: Вид-во ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”, 2017.

3. Яцура М.М. Гамарник А.М. Мала оптична енциклопедія. Науковий редактор доктор фізико-математичних наук, професор, чл. кор. НАН України Остафійчук Б.К. Навчальний посібник. – Івано-Франківськ.: Вид-во ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”, 2020.

4. Яцура М.М., Гасюк І.М., Рачій Б.М., Гамарник А.М. Курс загальної фізики. Оптика. Тести: Навчально-методичний посібник. – Івано-Франківськ: Вид-во ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”, 2018.

5. Білий М.І., Скубенко А.Ф. Загальна фізика. Оптика. – К.: Рад. школа, 1987.

6. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.:Наука,1976.

7. Калитеевский В.И. Волновая оптика. – М.: Высшая школа, 1971.

8. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Оптика. – М.: Наука, 1980.

9. Савельев И.В. Курс общей физики. т.Ш. – М.: Наука, 1971.

10. Годжаев Н.М. Оптика. – М.: Высшая школа, 1977.

11. Остафійчук Б. К., Яцура М. М., Яремій І.П., Гамарник А.М., Практикум розв’язування задач з курсу загальної фізики. Оптика. – Івано-Франківськ.: Вид-во ДВНЗ «Прикарпатський національний університет», 2015, 348 с.

12. Яцура М.М., Гасюк І.М., Кайкан Л.С. Фізичний лабораторний практикум. Оптика. – Івано-Франківськ: Плай, 2012.

13. Остафійчук Б.К., Яцура М.М., Гамарник А.М. Довідник з оптики. – Івано-Франківськ.: Вид-во ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”, 2014.

Викладач: Яцура Михайло Михайлович