

Міністерство освіти і науки України  
Львівський національний університет імені Івана Франка

**Кафедра експериментальної фізики**

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Перший проректор

\_\_\_\_\_ Височанський В.С.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2013 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ФІЗИКА**

галузі знань **0401** Природничі науки  
напрямку підготовки **6.040102** Біологія  
біологічного факультету

Кредитно-модульна система  
організації навчального процесу

**Фізика.** Робоча програма навчальної дисципліни для студентів галузі знань **0401** Природничі науки напряму підготовки **6.040102** Біологія біологічного факультету — Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. — 12 с.

**Розробники:**

*Франів А.В.*, доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри експериментальної фізики

*Пашук І.П.*, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри експериментальної фізики

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри експериментальної фізики

Протокол № \_\_\_\_ від. “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2013 р.

Завідувач кафедри експериментальної фізики

\_\_\_\_\_ (Волошиновський А.С.)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2013 р

Схвалено методичною комісією за напрямом підготовки **6.040102** Біологія

Протокол № \_\_\_\_ від. “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2013 р.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2013 р. Голова \_\_\_\_\_ (Миколайчук О.Г.)

## 1. Опис навчальної дисципліни

**(Витяг з робочої програми навчальної дисципліни “Фізика ”)**

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>денна форма навчання</i>
Кількість кредитів — <b>10,5</b>	Галузь знань <b>0401</b> Природничі науки	Нормативна
Модулів — <b>2</b>	Напрямок підготовки <b>6.040102</b> Біологія	<i>Рік підготовки:</i> <b>1-й, 2-й</b>
Змістових модулів — <b>4</b>		<i>Семестр</i> <b>2-й, 3-й</b>
Загальна кількість годин — <b>378</b>		<i>Лекції</i> <b>50 год.</b>
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних — <b>4</b> самостійної роботи студента — <b>8</b>	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <b>бакалавр</b>	<i>Практичні, семінарські</i> —
		<i>Лабораторні</i> <b>68 год.</b>
		<i>Самостійна робота</i> <b>260 год.</b>
		<i>Вид контролю: залік та іспит</i>

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

Сучасна біологія, як одна з природничих наук, у своєму розвитку широко використовує досягнення інших наук як фізика, математика, інформатика та ін. Вивчаючи фізичні та фізико-хімічні процеси на молекулярному рівні, можна краще зрозуміти сутність і механізми фізіологічних процесів у організмі. Фізико-хімічні процеси, що відбуваються на різних рівнях організації біологічних систем є основою фізіологічних процесів. Підготовка висококваліфікованого спеціаліста-біолога повинна опиратись на фундаментальні знання з фізики. Без фізичних знань неможливе глибоке розуміння біофізики процесу дихання, руху крові в судинній системі, роботи серця, трансмембранному транспортуванню, електропровідності клітин і тканин, основ електрокардіографії, методів електролікування та ін.

**Мета:** Програма курсу фізики для студентів біологічного факультету передбачає поряд з викладанням традиційних класичних розділів, вивчення матеріалу, що стосується біофізичних явищ та процесів. У програмі використовуються приклади з біології, які дозволяють студентам глибше зрозуміти суть явища, показати роль фізики у поясненні біологічних процесів. Приклади, зазвичай, подаються в контексті матеріалу відповідного розділу з огляду на базову підготовку слухачів.

Викладання основних фізичних законів опирається на узагальнення експериментальних результатів з відповідним використанням математичного апарату. Ставиться за мету підкреслити роль експерименту у наукових дослідженнях. Лекційний курс передбачає використання демонстраційного експерименту та технічних засобів навчання.

Поряд з лекціями, програмою передбачені також лабораторні заняття, які повинні сприяти більш глибокому засвоєнню студентами теоретичних знань, виробленню у них практичних навичок.

### **Завдання:**

1. Засвоєння студентами фундаментальних фізичних понять, законів, теорій; забезпечення основ теоретичної підготовки для розуміння спеціальних курсів.
2. Формування цілісних уявлень про природу, що відповідають сучасній природничій науковій картині світу; розвиток наукового стилю мислення.
3. Ознайомлення студентів з методами фізичних досліджень та сучасною науковою апаратурою, вироблення вмінь і навичок практичного застосування отриманих знань.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен

### **Знати:**

1. Основні фізичні поняття, закони, теорії та межі їх застосування; давати фізичне пояснення процесів, які відбуваються в природі.
2. Основні риси наукової картини світу; значення фізики і фізичних технологій при розв'язуванні проблем біологічної науки, розуміти головні екологічні проблеми, пов'язані з використанням технологій, в основі яких лежать біофізичні процеси.

### **вміти:**

1. Користуватись фізичною апаратурою та свідомо проводити експериментальні дослідження.
2. Обробляти результати вимірювань згідно вимог математичної статистики.
3. Застосовувати здобуті знання на практиці, зокрема при розв'язуванні проблемних задач фізики та біології.

Для вивчення дисципліни необхідні знання з таких розділів математики: математичний аналіз, тензорний і векторний аналіз.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### МОДУЛЬ 1

#### *Змістовий модуль 1. Механіка*

##### **Тема 1. Кінематика та динаміка матеріальної точки.**

1. Відносність руху. Системи відліку. Траєкторія, переміщення, шлях.
2. Швидкість і прискорення. Тангенціальне і нормальне прискорення.
3. Кінематика руху по колу. Кутова швидкість, кутове прискорення.
4. Закони Ньютона. Сила і маса.
5. Рівняння руху. Імпульс. Закон збереження імпульсу.
6. Швидкість бігу людини і тварин. Приклади розрахунку стрибків у довжину й висоту.

##### **Тема 2. Види сил.**

1. Фундаментальні сили. Гравітаційні сили.
2. Вага тіла. Невагомість. Поняття про інертну і гравітаційну масу.
3. Пружні сили. Закон Гука.
4. Сили, що діють на м'язи і кістки. Деформація та пружні властивості біологічних матеріалів.
5. Сили тертя. Тертя спокою і його роль у переміщенні людей і тварин.

##### **Тема 3. Динаміка обертального руху твердого тіла. Механіка рідин.**

1. Момент сили. Момент імпульсу. Момент інерції.
2. Основне рівняння динаміки обертального руху. Рівняння моментів. Закон збереження моменту імпульсу.
3. Стисливість рідин та газів. Стаціонарний потік. Рівняння нерозривності. Рівняння Бернуллі.
4. Поняття про течію в'язкої рідини. Формула Пуазейля.
5. Рух рідини у посудинах з пружними стінками. Течія крові у кровоносних судинах.
6. Тиск рідини у замкненій системі. Фізична основа опосередкованого методу вимірювання тиску крові.

##### **Тема 4. Коливання та хвилі.**

1. Кінематика коливань. Гармонічні коливання.
2. Зміщення, швидкість і прискорення у коливальному русі. Динаміка коливань.
3. Пружні коливання. Диференціальне рівняння гармонічних коливань (рівняння гармонічного осцилятора).
4. Згасаючі коливання і їх характеристики. Поширення хвиль у пружному середовищі.
5. Звукові хвилі. Вуха як акустична система.

#### МОДУЛЬ 1

#### *Змістовий модуль 2. Молекулярна фізика.*

##### **Тема 5. Молекулярно-кінетична теорія газів.**

1. Поняття про стан речовини. Термодинамічні параметри.
2. Рівноважний і нерівноважний стан. Основне рівняння кінетичної теорії газів.
3. Барометрична формула. Середнє число зіткнень та довжина вільного пробігу молекул.
4. Поняття про дифузію, внутрішнє тертя і теплопровідність.
5. Біологічні мембрани. Мембранний транспорт. Дихання тварин і дифузія газів.

##### **Тема 6. Принципи термодинаміки. Реальні гази.**

1. Внутрішня енергія. Теплота і робота. Перший принцип термодинаміки.
2. Теплоємність газу за постійних тиску та об'єму. Адіабатичний процес.
3. Оборотні та необоротні процеси. Цикл Карно. Коефіцієнт корисної дії циклу Карно.
4. Поняття про ентропію. Ентропія і ймовірність. Ентропія і безладдя. Ентропія у біологічних системах.
5. Поняття про міжмолекулярні сили. Рівняння стану реального газу Ван-дер-Ваальса.
6. Критичний стан речовини та його параметри. Зріджені гази і їх застосування для охолодження біологічних об'єктів.

### **Тема 7. Рідини. Кристали.**

1. Молекулярні сили в рідинах. Поверхнева енергія. Поверхневий натяг.
2. Тиск під викривленою поверхнею рідини. Змочування. Капілярні явища. Роль капілярних явищ у живленні біологічних організмів.
3. Дифузія в рідинах. Дифузія через мембрани йонів кисню та вуглекислого газу в альвеолах під час дихання тварин.
4. Кристалічна будова твердих тіл. Кристалічна анізотропія. Типи міжатомних зв'язків у кристалах.
5. Рідкі кристали. Органічні кристали. Теплоємність твердих тіл.

## **МОДУЛЬ 2**

### **Змістовий модуль 3. Електростатика та електродинаміка**

#### **Тема 8. Електростатичне поле. Провідники в електричному полі.**

1. Взаємодія електричних зарядів. Напруженість електричного поля. Теорема Остроградського-Гаусса.
2. Переміщення заряду в електричному полі. Потенціал. Біоелектричні потенціали.
3. Умова рівноваги зарядів на провідниках. Електроємність. Плоский конденсатор.
4. Енергія електростатичного поля. Діелектрики в електричному полі. Електричний диполь. Поле диполя.

#### **Тема 9. Постійний електричний струм. Електричний струм у газах.**

1. Сила і густина струму. Закон Ома для ділянки кола.
2. Електричний опір і електропровідність. Електропровідність біологічних об'єктів.
3. Електрорушійна сила. Закон Ома для повного кола. Правила Кірхгофа
4. Електричні явища у серцевому м'язі. Реєстрація біопотенціалів серця. Основи електрокардіографії.
5. Йонізація і рекомбінація. Самостійний та несамостійний розряди. Види електричних зарядів у газах.
6. Природна і штучна аеройонізація. Вплив позитивно і негативно заряджених йонів в атмосфері на організм людини.

#### **Тема 10. Магнітне поле. Електромагнітна індукція. Електромагнітні коливання.**

1. Магнітна індукція. Закон Біо-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиції.
2. Магнітне поле прямого струму. Теорема про магнітну циркуляцію, дія магнітного поля на провідники зі струмом.
3. Сила Лоренца. Магнітні поля органів і тканин. Магнітосфера. Магнітні бурі.
4. Основний закон електромагнітної індукції. Правило Ленца. Самоіндукція.
5. Індуктивність, взаєміндукція. Енергія магнітного поля. Змінний струм.
6. Проходження змінного струму через біологічних системи. Дія змінного струму на організм людини.
7. Коливальний контур. Диференціальне рівняння електромагнітних коливань.

8. Електромагнітні хвилі. Шкала електромагнітних хвиль. Високочастотна фізіотерапія.

## **МОДУЛЬ 2**

### **Змістовий модуль 4. Оптика та елементи атомної та ядерної фізики.**

#### **Тема 11. Геометрична оптика. Інтерференційні оптичні явища.**

1. Основні принципи і закони геометричної оптики. Найпростіші оптичні системи.
2. Око, як оптична система, його чутливість. Денне, сутінкове та колірне бачення. Недоліки ока.
3. Когерентність хвиль. Умови виникнення інтерференції монохроматичного світла.
4. Стоячі світлові хвилі. Досліди Вінера. Інтерференція по методу поділу амплітуди.
5. Локалізація інтерференційних смуг. Інтерферометри. Застосування інтерференції.

#### **Тема 12. Дифракція світла. Поляризація світла.**

1. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зонна пластинка. Прості дифракційні приклади.
2. Дифракція Фраунгофера. Дифракційна ґратка. Характеристики дифракційної ґратки.
3. Поперечність світлових хвиль. Поляризація світла при відбиванні.  
Двопроменезаломлення кристалів.
4. Двопроменезаломлення кристалів. Поляризаційні пристрої на базі кристалів.
5. Повертання площини поляризації. Поляризаційні прилади.

#### **Тема 13. Дисперсія світла. Квантові властивості світла.**

1. Загальні відомості про явище дисперсії. Нормальна і аномальна дисперсія.
2. Поляризованість атома. Рефрактометр.
3. Явище фотоефекту. Види і застосування фотоефекту.
4. Тиск світла. Явище фотосинтезу. Люмінесценція.
5. Принцип роботи лазерів. Газові та твердотільні лазери. Застосування лазерів у біології.

#### **Тема 14. Основи атомної та ядерної фізики.**

1. Модель атома за Резерфордом. Постулати Бора. Борівська теорія атома водню.
2. Принцип Паулі. Закономірності в атомних спектрах.
3. Атомне ядро. Склад ядра. Заряд і маса атомних ядер.
4. Природна та штучна радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду.  $\alpha$  – і  $\beta$  – розпад,  $\gamma$  – промені.
5. Закон радіоактивного розпаду. Елементарні частинки.
6. Потік елементарних частинок і його вплив на людський організм. Дозиметрія йонізуючого випромінювання.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
Л		п	лаб	інд	сп	
1	2	3	4	5	6	7
<b>МОДУЛЬ 1</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Механіка</b>						
Тема 1. Кінематика та динаміка матеріальної точки.	32	4		4		24
Тема 2. Види сил.	12	2		2		8
Тема 3. Динаміка обертального руху твердого тіла. Механіка рідин.	34	4		6		24
Тема 4. Коливання та хвилі.	34	4		6		24
<i>Разом – зм. модуль 1</i>	<i>112</i>	<i>14</i>		<i>18</i>		<i>80</i>
<b>МОДУЛЬ 1</b>						
<b>Змістовий модуль 2. Молекулярна фізика.</b>						
Тема 5. Молекулярно-кінетична теорія газів.	32	4		4		24
Тема 6. Принципи термодинаміки. Реальні гази.	20	4		4		12
Тема 7. Рідини. Кристали.	32	2		6		24
<i>Разом – зм. модуль 2</i>	<i>84</i>	<i>10</i>		<i>14</i>		<i>60</i>
<b>МОДУЛЬ 2</b>						
<b>Змістовий модуль 3. Електростатика та електродинаміка</b>						
Тема 8. Електростатичне поле. Провідники в електричному полі.	34	4		6		24
Тема 9. Постійний електричний струм. Електричний струм у газах.	34	4		6		24
Тема 10. Магнітне поле. Електромагнітна індукція. Електромагнітні коливання.	20	4		4		12
<i>Разом – зм. модуль 3</i>	<i>88</i>	<i>12</i>		<i>16</i>		<i>60</i>
<b>МОДУЛЬ 2</b>						
<b>Змістовий модуль 4. Оптика та елементи атомної фізики.</b>						
Тема 11. Геометрична оптика. Інтерференційні оптичні явища.	28	4		6		18
Тема 12. Дифракція світла. Поляризація світла.	28	4		6		18
Тема 13. Дисперсія світла. Квантові властивості світла.	28	4		6		18



<b>Тема 14. Основи атомної та ядерної фізики.</b>	10	2		2		6
<i>Разом – зм. модуль 4</i>	<b>94</b>	<b>14</b>		<b>20</b>		<b>60</b>
<b>Усього годин</b>	<b>378</b>	<b>50</b>		<b>68</b>		<b>260</b>

### **5. Теми семінарських занять**

Семінарських занять в курсі не передбачено.

### **6. Теми практичних занять**

Практичні заняття в курсі не передбачені.

### **7. Теми лабораторних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин
1	Вступне заняття. Математична обробка результатів фізичних вимірювань. Похибки вимірювань. Визначення густини тіл правильної геометричної форми.	8
2	Вивчення обертового руху тіла з допомогою маятника Обербека.	2
3	Визначення прискорення вільного падіння з допомогою фізичного маятника.	2
4	Визначення модуля зсуву динамічним методом.	2
5	Визначення швидкості звуку в повітрі методом стоячої хвилі.	2
6	Дослідження процесу пружної деформації кручення.	2
7	Дослідна перевірка рівняння Бернуллі.	2
8	Вивчення коливних процесів.	2
9	Визначення коефіцієнта в'язкості рідини методом Стокса.	2
10	Визначення коефіцієнта в'язкості рідини капілярним віскозиметром.	2
11	Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини методом відриву кільця.	2
12	Визначення відношення теплоємностей газу $C_p/C_v$ методом Клемана-Дезорма.	2
13	Вимірювання вологості повітря психрометром.	2
14	Дослідження теплового розширення металів.	2
15	Вимірювання напруг і опорів з допомогою універсального вольтметра.	2
16	Визначення питомого опору терморезистивної дротини.	2
17	Дослідження температурної залежності опору металів.	2
18	Дослідження змінної напруги за допомогою електронного осцилографа.	2
19	Дослідження температурної залежності опору напівпровідників.	2
20	Перевірка закону Ома для змінного струму.	4
21	Дослідження згасаючих електричних коливаний.	2
22	Визначення показника заломлення рідин за допомогою рефрактометра Аббе.	4
23	Визначення радіуса кривизни лінзи та довжини світлової хвилі за допомогою кілець Ньютона.	4
24	Вивчення дифракційної ґратки.	2
25	Дослідження лінійчастого спектра випромінювання.	2
26	Вивчення явища природнього повертання площини поляризації світла.	2
27	Вивчення законів зовнішнього фотоэффекту.	2
28	Визначення червоної межі фотоэффекту і роботи виходу електронів.	2
	<b>Разом</b>	<b>68</b>

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	к-сть годин
1	Рух тіла кинутого під кутом до горизонту	4
2	Класифікація механічного руху залежно від тангенціальних та нормальних складових прискорення	4
3	Векторна, координатна та параметрична форми опису руху матеріальної точки.	4
4	Невагомість та перевантаження.	2
5	Визначення відхилення під дією сили Коріоліса від вертикалі тіл, що вільно падають на Землю.	4
6	Механічне напруження і деформація. Закон Гука для кристалів	4
7	Пластична деформація. Тензор пластичної деформації. Дислокаційний опис пластичної деформації	4
8	Рівняння моментів матеріальної точки у векторній та скалярній формах.	2
9	Лінійне та кутове прискорення твердих тіл, що приймають участь у обертальному русі.	4
10	Власні і невідповідні фазові переходи	4
11	Діелектрична дисперсія в сегнетоелектриках. Внесок доменної динаміки в діелектричну проникність.	4
12	Визначення статичного, динамічного тисків (трубка Піто, Прандтля).	2
13	Поздовжні, поперечні хвилі. Хвильова поверхня.	4
14	Закон Дальтона. Рівняння Менделєєва-Клайперона для суміші ідеальних газів.	4
15	Визначення відсотка молекул, швидкості яких знаходяться поблизу найбільш ймовірної, середньої та середньоквадратичної швидкості.	4
16	Правило Максвелла. Критичний стан.	4
17	Емпіричні рівняння явищ переносу.	4
18	Розрахунок висоти піднімання змочуваної рідини в капілярних трубках.	4
19	Капілярні явища та їх застосування у природі. Осмос.	4
20	Додатковий тиск над викривленою поверхнею рідини. Формула Лапласа.	4
21	Розрахунок ємності конденсаторів, їх енергії та густини енергії.	4
22	Розрахунок розгалужених електричних кіл.	4
23	Вектор намагніченості. Зв'язок магнітної сприйнятливості та магнітної проникності речовин.	4
24	Закон Фарадея для явища електромагнітної індукції.	2
25	Дифракційна решітка. Дисперсія та розподільна здатність оптичних приладів.	4
26	Оптична активність. Визначення кута повороту площини поляризації оптично активними речовинами.	4
27	Поляризаційні пристрої на базі кристалів. Інтерференція поляризованих променів.	4
28	Поляризованість атома. Рефракція. Рефрактометрія.	4
29	Хемі- і біолоюмінесценція. Люмінесцентний аналіз.	4
30	Суцільний (гальмівний) та характеристичний спектри. Явище Комптона.	4
31	Будова електронно-променевої трубки.	4
32	Закономірності в атомних спектрах.	4
33	Спін та магнітний момент ядра. Ядерні сили.	4
34	Самостійна робота при підготовці до виконання лабораторних робіт.	136
	<b>Разом</b>	<b>260</b>

## 10. Методи контролю

Контроль засвоєння матеріалу включає поточний контроль за першим модулем з двома змістовими модулями  $2 \times 15 = 30$  балів, робота на лекціях (30 балів), робота на лабораторних заняттях (30 балів), підсумкове заняття (10 балів) — разом за семестр 100 балів. Сумарна оцінка, таким чином, виставляється за 100-бальною шкалою;

Контроль засвоєння матеріалу включає поточний контроль за другим модулем з двома змістовими модулями,  $2 \times 15 = 30$  балів, виконання та захист лабораторних робіт (30 балів), робота на лекціях (10 балів) — разом 50 балів, та іспит, що складається з екзаменаційних білетів (50 балів). Сумарна оцінка, таким чином, виставляється за 100-бальною шкалою.

## 11. Розподіл балів, що присвоюється студентам

*Розподіл балів, які отримують студенти (для заліку)*

Поточне тестування та самостійна робота						Підсумкове заняття	Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2				
Л	Лаб.	К	Л	Лаб.	К		
15	15	15	15	15	15	10	100

*Розподіл балів, які отримують студенти (для екзамену)*

Поточне тестування та самостійна робота						Іспит	Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2				
Л	Лаб.	К	Л	Лаб.	К		
5	10	10	5	10	10	50	100

### Шкала оцінювання: Університету, національна та ECTS

Оцінка в балах	Оцінка ECTS	Визначення	За національною шкалою	
			Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку	Залік
90–100	A	Відмінно	Відмінно	Зараховано
81-89	B	Дуже добре	Добре	
71-80	C	Добре		
61-70	D	Задовільно	Задовільно	
51-60	E	Достатньо		

## 12. Методичне забезпечення

1. *О.О.Логвиненко, Я.А. Пастирський.* Методичні вказівки до лабораторних робіт з механіки для студентів природничих факультетів. – Львів: Вид-во ЛНУ ім. І.Франка, 1994. – 48 с.
2. *А.В.Бородчук, Я.А. Пастирський.* Методичні вказівки до лабораторних робіт з молекулярної фізики для студентів природничих факультетів. – Львів: Вид-во ЛНУ ім. І.Франка, 2002. – 47 с.

3. *В.Г.Антонюк, Р.М.Кушнір, З.В.Стасюк, Л.М.Шпак.* Методичні вказівки до лабораторних робіт з електромагнетизму для студентів природничих факультетів. – Львів: Вид-во ЛНУ ім. І.Франка, 1999. – 39 с.
4. *А.В.Бородчук, Я.А. Пастирський* Методичні вказівки до лабораторних робіт з оптики для студентів природничих факультетів. – Львів: Вид-во ЛНУ ім. І.Франка, 2002. – 42 с.

### ***13. Рекомендована література***

#### **Базова**

1. Кушнір Р.М. *Курс фізики. Механіка.* – Л.: Вид-во Львів. ун-ту, 2000. – 325 с.
2. Кушнір Р.М. *Курс фізики. Молекулярна фізика.* – Л.: Вид-во Львів. ун-ту, 2000. – 325 с.
3. Савельєв І.В. *Курс фізики.* (1,2,3-й том). – М.: Наука, 1989.
4. Стадник В.Й. *Оптика та елементи атомної та ядерної фізики.* Львів: ЛДУ. 2008. – 335 с.
5. Антоняк О.Т. *Курс фізики. Електрика і магнетизм.* Львів: ЛДУ. 2009. – 324 с.

#### **Допоміжна**

1. Федішин Я.І. *Фізика з основами біофізики.* Л.: Вид-во "Світ", 2005. – 423 с.
2. Евграфова Н.Н., Каган В.Л. *Курс фізики.* М.: Высшая школа, 1984.
3. Акоста Л., Кован К., Грем Б. *Основы современной физики.* М.: Просвещение, 1981.
4. Мерион Дж. *Общая физика с биологическими примерами.* М.: Высшая школа, 1986.
5. Чулановская М.В. *Курс физики для биологов.* Л.: Изд-во Ленин. ун-та, 1972.

### ***14. Інформаційні ресурси***

1. Wikipedia: <http://www.wikipedia.org>