

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій імені С.З.Гжицького

Біолого-технологічний факультет
Кафедра фізики і математики

ЗАТВЕРДЖУЮ
Дека́н факультету _____ **Бойко А.О.**
/ (підпис)
" 17 " *серпень* _____ 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 1.7.Б. Біофізика
(код і назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський)
галузь знань _____ 20 «Аграрні науки та продовольство»
спеціальність _____ 207 «Водні біоресурси та аквакультура» СП
освітня програма _____ «Водні біоресурси та аквакультура»
вид дисципліни _____ обов'язкова

Робоча програма з навчальної дисципліни «Біофізика» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» СП за освітньою програмою «Водні біоресурси та аквакультура».

Укладачі:

Доцент кафедри фізики і математики
Асистент кафедри фізики і математики



Б.М. Яцик
О.М. Вихрист

Робоча програма розглянута та схвалена на засіданні кафедри фізики і математики
протокол № 9 від "21" червня 2022 року

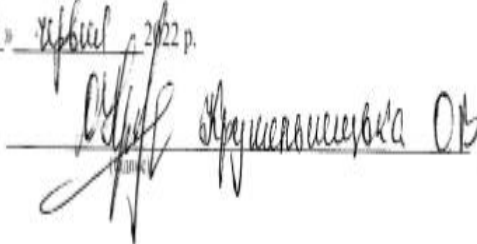
завідувач кафедри фізики і математики



А.М. Коструба

Погоджено навчально-методичною комісією
спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» СП
протокол № 5 від "04" серпня 2022 р.

Голова НМКС



Схвалено рішенням навчально-методичної
ради біологічного факультету
протокол № 5 від "24" серпня 2022 р.

Голова НМРФ



Ухвалено вченою радою факультету
протокол № 3 від "24" серпня 2022 р.

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Всього годин	
	Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
СЕМЕСТР	3	-
Кількість кредитів/годин	4,0/120	-
Усього годин аудиторної роботи	48	-
в т.ч.:		-
• лекційні заняття, год.	16	-
• практичні заняття, год.	-	-
• лабораторні заняття, год	32	-
семінарські заняття, год	-	-
Усього годин самостійної роботи	72	-
Форма контролю	екзамен	-

Примітка.

Частка аудиторного навчального часу студента у відсотковому вимірі:

для денної форми навчання – 40%

для заочної форми навчання – 11,7%

1. ПРЕДМЕТ, МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Предмет, мета вивчення навчальної дисципліни.

Предметом навчальної дисципліни є основні явища і закони фізики, які необхідні для повноцінної професійної діяльності і для вивчення низки суміжних та спеціальних дисциплін.

Метою навчальної дисципліни є засвоєння основ фізики, фізичної інтерпретації технічних процесів, які лежать в основі будови і функціонування апаратів, що використовуються на підприємстві промисловості з метою успішної їх експлуатації та вивчення суміжних та профільюючих дисциплін.

Вивчення навчальної дисципліни «Біофізика» ґрунтується на таких засвоєних навчальних дисциплінах: «Прикладна математика», «Безпека життєдіяльності», «Неорганічна та аналітична хімія».

Здобуті знання є основою для вивчення наступних навчальних дисциплін: «Рибогосподарська гідротехніка з основами геодезії», «Охорона праці».

2.2. Завдання навчальної дисципліни (ЗК, СК (ФК))

Вивчення навчальної дисципліни «Біофізика» передбачає формування у здобувачів вищої освіти необхідних компетентностей:

– **загальні компетентності:**

– здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК₅);

- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК₇);
 - знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК₈);
 - здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК₉);
 - здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК₁₀);
 - вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК₁₁).
- **спеціальні (фахові) компетентності:**
- здатність аналізувати умови водного середовища природного походження, у тому числі антропогенні впливи з погляду фундаментальних принципів і знань водних біоресурсів та аквакультури (СК₁);
 - здатність використовувати математичні та числові методи, що їх застосовують у біології, гідротехніці та проектуванні (СК₅).

2.3. Програмні результати навчання (ПРН)

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Біофізика» здобувач вищої освіти повинен бути здатним продемонструвати такі результати навчання:

Знати та розуміти основи рибицтва: в гідробіології, гідрохімії, біофізиці, іхтіології, біохімії та фізіології гідробіонтів, генетиці, розведенні та селекції риби, рибальстві, гідротехніці, іхтіопатології, аквакультурі природних та штучних водойм на відповідному рівні для основних видів професійної діяльності (ПРН₅).

Застосовувати навички виконання експериментів для перевірки гіпотез та дослідження явищ, що відбуваються у водних біоресурсах та аквакультурі, біофізичних закономірностей (ПРН₁₀).

Збирати та аналізувати дані, включаючи аналіз помилок та критичне оцінювання отриманих результатів спеціальності водні біоресурси та аквакультура (ПРН₁₂).

Розуміти зв'язки водних біоресурсів та аквакультури із зоологією, хімією, біологією, фізикою, механікою, електронікою та іншими науками (ПРН₁₅).

Мати передові знання та навички в одному чи декількох з таких напрямів: гідрохімії, гідробіології, біофізики, біохімії, фізіології гідробіонтів, загальної іхтіології, спеціальної іхтіології, розведення та селекції риби, генетики риби, годівлі риби, марікультури, онтогенезу риби (ПРН₁₆).

2. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Розподіл навчальних занять за розділами компонент

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма здобуття освіти (ДФЗО)						заочна форма здобуття освіти (ЗФЗО)					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Механіка. Молекулярна фізика.												
Тема 1. Кінематика та динаміка обертового руху.	10	1	-	4	-	5	11	1	-	2	-	8
Тема 2. Закони збереження. Робота та енергія. Гідродинаміка і гемодинаміка.	10	1	-	4	-	5	8	-	-	-	-	8
Тема 3. Механічні коливання і хвилі. Звук ультразвук та інфразвук.	8	1	-	2	-	5	9	-	-	-	-	9
Тема 4. Молекулярна фізика.	12	1	-	6	-	5	11	1	-	2	-	8
Тема 5. Закони термодинаміки і біологічні системи.	9	2	-	2	-	5	8	-	-	-	-	8
Розділ 2. Електростатика. Постійний струм.												
Тема 1. Електростатика. Біопотенціали. Електричні поля риб.	7	1	-	-	-	6	8	-	-	-	-	8
Тема 2. Постійний струм.	8	1	-	2	-	5	10	-	-	2	-	8
Розділ 3. Електромагнетизм. Змінний струм.												
Тема 1. Електромагнетизм. Електричні магнітні поля риб.	7	1	-	-	-	6	9	-	-	-	-	9
Тема 2. Змінний струм. Електромагнітні коливання і хвилі.	9	1	-	2	-	6	8	-	-	-	-	8
Розділ 4. Оптика. Будова атома і ядра.												
Тема 1. Хвильові властивості світла.	12	2	-	4	-	6	11	1	-	2	-	8
Тема 2. Будова атома та хвильові властивості мікрочастинок.	10	2	-	2	-	6	8	-	-	-	-	8
Тема 3. Структура ядра атома.	7	1	-	-	-	6	8	-	-	-	-	8
Тема 4. Радіоактивність. Дозиметрія.	11	1	-	4	-	6	11	1	-	2	-	8
Усього годин	120	16	-	32	-	72	120	4	-	10	-	106

3.2. Лекційні заняття

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
Розділ 1. Механіка. Молекулярна фізика.			
1	<p>Тема: «Кінематика та динаміка обертового руху. Закони збереження. Робота та енергія. Гідродинаміка і гемодинаміка.»</p> <p>Вступ. Закони Ньютона. Закон збереження імпульсу і моменту імпульсу. Робота. Потужність. Енергія. Динаміка обертового руху тіл. Основне рівняння динаміки обертового руху і висновки з нього. Закон збереження і перетворення енергії. Умова нерозривності течії. Рівняння Бернуллі і наслідки з нього. В'язкість рідин. Вимірювання в'язкості. Закон Пуазеля. Закон Стокса. Ламінарна і турбулентна течії. Число Рейнольдса. Механорецепція риб.</p>	2	1
2	<p>Тема: «Механічні коливання і хвилі. Звук, ультразвук та інфразвук. Молекулярна фізика.»</p> <p>Коливання і хвилі. Основи акустики. Додавання гармонічних коливань, що відбуваються вздовж однієї прямої. Звук і його природа. Закон Вебера-Фехнера. Ультразвук та інфразвук. Акусторецепція і акустична сигналізація риб. Газові закони. Рівняння газового стану. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії газів. Висновки з основного рівняння молекулярно-кінетичної теорії газів. Розподіл молекул ідеального газу за швидкостями. Середнє число зіткнень та середній пробіг молекул. Вплив температури на риб.</p>	2	1
3	<p>Тема: «Закони термодинаміки і біологічні системи.»</p> <p>Внутрішня енергія і перший закон термодинаміки. Теплоємність газу. Рівняння Майера. Адіабатний процес. Рівняння Пуассона. Цикл Карно. Ентропія і другий закон термодинаміки. Термодинаміка біологічних систем. Риби і навколишнє середовище.</p>	2	–
Розділ 2. Електростатика. Постійний струм.			
4	<p>Тема: «Електростатика. Біопотенціали. Електричні поля риб. Постійний струм.»</p> <p>Закон Кулона. Теорема Остроградського-Гаусса. Провідники в електростатичному полі. Електричний захист. Заземлення. Електроємність і енергія електричного поля конденсатора. Власні електричні поля риб. Електрорецепція риб. Сила струму, електрорушійна сила. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кірхгофа. Термоелектричні явища. Явище Пельтьє.</p>	2	–
Розділ 3. Електромагнетизм. Змінний струм.			
5	<p>Тема: «Електромагнетизм. Електромагнітна індукція. Змінний струм. Електромагнітні коливання і хвилі. Магнітні поля риб.»</p> <p>Закон Ампера. Магнітний потік. Закон Біо-Савара-Лапласа. Сила Лоренца і ефект Холла. Магнітне поле і його вплив на живі організми. Основний закон електромагнітної індукції. Самоіндукція і взаємоіндукція. Трансформатор. Магніторецепція риб. Електропневмографія. Електромагнітні коливання і змінний струм. Опір, індуктивність, ємність у колі змінного струму. Електромагнітні хвилі. Магнітні поля риб. Вплив електромагнітних полів на риб.</p>	2	–

Розділ 4. Оптика. Будова атома і ядра.			
6	Тема: «Хвильові властивості світла. Поглинання світла.» Інтерференція, дифракція, поляризація, дисперсія. Фоторецепція риб. Механізм поглинання світла. Закон Бугера, Бугера-Ламберта. Абсорбційний аналіз, фотоелектроколориметрія. Спектрофотометри і оптико-акустичні газоаналізатори. Концентраційна колориметрія. Фотоелектричний ефект. Методи біотестування водних середовищ.	2	1
7	Тема: «Будова атома та хвильові властивості мікрочастинок.» Напівквантова теорія будови атома. Квантові числа. Принцип Паулі. Про квантову механіку і хвильові властивості мікрочастинок. Електронні мікроскопи і застосування їх для дослідження тканин (радіоавтографія).	2	–
8	Тема: «Структура ядра атома. Радіоактивність. Дозиметрія.» Характеристика ядра. Ядерні сили. Енергія зв'язку ядра. Ядерні і термоядерні реакції та їх використання. Магнітна резонансна спектроскопія. Застосування активаційного аналізу. Радіоактивність. Основний закон радіоактивного розпаду. Проходження радіоактивного випромінювання через речовини. Доза. Керма. Поглинута доза. Експозиційна, ефективна, еквівалентна, колективна і очікувана дози. Забруднення радіоактивним цезієм.	2	1
Усього годин		16	4

3.3. Лабораторні заняття

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	Вступ. Обробка результатів фізичних вимірювань та їх представлення. Основи техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт. Теорія фізичних вимірювань. Правила наближених обчислень. Обчислення похибок прямих та опосередкованих вимірювань.	2	1
2	Вимірювальні прилади. Ознайомлення з будовою і методикою вимірювань приладів для вимірювання лінійних розмірів, точності вимірювання та знаходження похибок вимірювань.	2	-
3	Визначення об'єму тіл правильної геометричної форми. Проведення вимірювань лінійних розмірів тіл за допомогою штангенциркуля і мікрометра. Обчислення об'ємів циліндра та паралелепіпеда.	2	1
4	Контрольна робота №1.	2	-
5	Визначення густини молока лактоденсиметром. Вивчення принципу роботи і будови лактоденсиметра, вироблення навичок для визначення ним густини молока.	2	2
6	Визначення модуля Юнга за деформацією прогину. Визначення модуля Юнга кістки за допомогою деформації прогину.	2	-
7	Вивчення обертального руху твердого тіла за допомогою маятника Обербека. Визначення моменту інерції твердого тіла відносно нерухомої осі обертання.	2	-
8	Визначення періоду коливань математичного маятника. Визначення періоду коливань математичного маятника та прискорення вільного падіння.	2	-
9	Визначення вологості повітря. Вивчення аспіраційного психрометра і психрометра Августа та правил користування ними.	2	-
10	Визначення кінематичної в'язкості і критичної швидкості рідини капілярним віскозиметром. Ознайомлення з будовою віскозиметра, вироблення навичок користування ним для визначення в'язкості і критичної швидкості рідини.	2	-
11	Контрольна робота №2.	2	-
12	Вимірювання опорів провідників за допомогою містка постійного струму. Визначення опорів провідників при різних сполученнях.	2	2
13	Визначення довжини світлової хвилі і енергії кванта випромінювання газового лазера. Вивчення явищ дифракції та інтерференції. Визначення довжини хвилі та обчислення енергії кванта випромінювання лазера.	2	2
14	Вивчення взаємодії радіоактивного β-випромінювання з речовиною та визначення його кількісних характеристик. Ознайомлення з будовою радіометра, визначення коефіцієнта лінійного вбирання та шару половинного вбирання.	2	2
15	Контрольна робота №3.	2	-
16	Підсумкове заняття. Підбиття підсумків та виставлення балів, виставлення заліку.	2	-
Усього годин		32	10

3.4. Самостійна робота

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
Механіка. Молекулярна фізика.			
1	Кінематика та динаміка обертового руху.	2	3
2	Закони збереження. Робота та енергія. Гідродинаміка і гемодинаміка.	2	3
3	Механічні коливання хвилі. Звук ультразвук та інфразвук.	2	3
4	Молекулярна фізика.	2	3
5	Закони термодинаміки і біологічні системи.	2	3
Електростатика. Постійний струм.			
6	Електростатика. Біопотенціали. Електричні поля риб.	2	3
7	Постійний струм.	2	3
Електромагнетизм. Змінний струм.			
8	Електромагнетизм. Електричні магнітні поля риб.	2	2
9	Змінний струм. Електромагнітні коливання і хвилі.	2	2
Оптика. Будова атома і ядра.			
10	Хвильові властивості світла.	1	1
11	Будова атома та хвильові властивості мікрочастинок.	1	2
12	Структура ядра атома.	1	2
13	Радіоактивність. Дозиметрія.	1	2
Підготовка до навчальних занять та контрольних заходів		50	74
Усього годин		72	106

3. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

З метою покращення успішності здобувача освіти та підвищення його балів за поточний контроль протягом семестру може додатково надаватися індивідуальне завдання (написання реферату і виконання описових завдань) на такі теми:

- 1) Ультразвук і його застосування.
- 2) Магнітне поле і його вплив на живі організми, біомагнетизм і магнітобіологія.
- 3) Спектри і спектральний аналіз.
- 4) Фотоефект і його застосування.
- 5) Забруднення радіоактивним цезієм і стронцієм сільськогосподарської продукції та радіаційний контроль.

4. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Вивчення дисципліни «Біофізика» проводиться за допомогою таких методів: пояснювально-ілюстративний, дослідницький, частково-пошуковий (евристичний), спонукальний.

Вивчення навчальної дисципліни «Біофізика» також передбачає використання інформаційно-комп'ютерних технологій (глобальна система Інтернет) і електронних підручників, візуалізація фізичних явищ та процесів (лабораторні роботи та лекційні демонстрації), обробка результатів лабораторних досліджень, оцінювання знань.

5. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Попередній контроль знань здобувачів вищої освіти здійснюється в усній та письмовій формі на початку вивчення курсу або перед вивченням нової теми з метою з'ясування загального рівня знань.

Поточний контроль проводиться з метою отримання оперативних даних про рівень знань та умінь з теми лабораторного заняття у таких формах:

- усна співбесіда;
- письмове фронтальне опитування;
- письмова перевірка з урахуванням специфіки предмету;
- експрес-контроль;
- консультація з метою контролю;
- домашнє завдання групового чи індивідуального характеру;
- перевірки виконання самостійної роботи тощо.

Формою підсумкового контрольного заходу є екзамен.

6. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Критерії оцінювання студентів денної форми здобуття освіти.

Контроль результатів навчання здобувачів вищої освіти є необхідним елементом освітнього процесу. Контроль забезпечує об'єктивну оцінку якості освітньої діяльності. Суть контролю полягає у виявленні та вимірюванні компетентностей студентів, у взаємопов'язаній діяльності викладача і студента.

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти здійснюється шляхом проведення поточного та підсумкового контролю (екзаменаційного).

Оцінювання результатів навчання проводиться в балах, максимальна кількість яких за підсумковий контроль становить 100. Кожній сумі балів відповідає оцінка за національною шкалою та шкалою ECTS (табл. 1).

Таблиця 1 – Шкала оцінювання успішності студентів

За 100-бальною шкалою	За національною шкалою		За шкалою ECTS
	Екзамен, диференційований залік	Залік	
90-100	Відмінно	Зараховано	A
82-89	Добре		B
74-81			C
64-73	Задовільно		D
60-63			E
35-59	Незадовільно (незараховано) з можливістю повторного складання		FX
0-34	Незадовільно (незараховано) з обов'язковим повторним вивченням дисципліни		F

Формою підсумкового контролю є семестровий екзамен, який проводиться під час екзаменаційної сесії.

Розподіл балів для дисциплін, які завершуються екзаменом, є таким:

$$50 (ПК) + 50(E) = 100,$$

де:

50 (ПК) – 50 максимальних балів з поточного контролю (ПК), які може набрати студент за семестр;

50 (E) – 50 максимальних балів, які може набрати студент за екзамен.

Результати поточного контролю оцінюються за чотирибальною («2», «3», «4», «5») шкалою. В кінці семестру обчислюється середнє арифметичне значення (САЗ) усіх отриманих студентом оцінок з наступним переведенням його у бали за формулою:

$$ПК = \frac{50 \cdot САЗ}{5} = 10 \cdot САЗ;$$

Таблиця 2 – Критерії поточного оцінювання.

Відповідь, виступ, контрольна робота виконання завдання	Критерії оцінки
5	У повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає, глибоко і всебічно розкриває зміст, використовуючи при цьому обов'язкову і додаткову літературу. Правильно вирішує 90% поставлених завдань.
4	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обгрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішив більшість поставлених завдань.
3	У цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст, але без глибокого всебічного аналізу, обгрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив половину поставлених завдань.
2	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово викладає, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань і практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив меншість поставлених завдань.

7. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Коструба А.М., Федішин Я.І., Саварин В.І., Вихрист О.М. Фізика. Фізичні методи дослідження речовини та біологічних об'єктів. Електронний навчальний посібник. Львів: ЛНУВМБ імені С.З.Гжицького, 2020. 320 с.
2. Федішин Я.І., Коструба А.М., Вихрист О.М., Яцик Б.М., Саварин В.І., Лабораторний практикум з фізики та біофізики. Навчальний посібник. Львів: «Новий Світ – 2000», 2019. 145с.
3. Федішин Я.І. Фізика. Підручник. Львів: Норма, 2006. 558с.
4. Федішин Я.І., Демків Т.М., Гембара Т.В. Лабораторний практикум з фізики. Навчальний посібник. Львів: Світ, 2006. 350с.
5. Федішин Я.І., Демків Т.М. Тестові завдання з курсу “Фізика” для спеціальностей “Технологія молока і молокопродуктів”, “Технологія м'яса і м'ясопродуктів “.Методичні вказівки. ЛДАВМ, в 3-ох частинах : ч.1, 1995. 2,ч.2, 1996. 64 с.,ч.3,1996. 66 с.,1996. 48 с.

8. Рекомендована література

Базова

1. Коструба А.М., Федішин Я.І., Саварин В.І., Вихрист О.М. Фізика. Фізичні методи дослідження речовини та біологічних об'єктів. Електронний навчальний посібник. Львів: ЛНУВМБ імені С.З.Гжицького, 2020. 320 с.
2. Федішин Я.І., Коструба А.М., Вихрист О.М., Яцик Б.М., Саварин В.І., Лабораторний практикум з фізики та біофізики. Навчальний посібник. Львів: «Новий Світ – 2000», 2019. 145с.
3. Федішин Я.І. Фізика. Підручник. Львів: Норма, 2006. 558с.
4. Федішин Я.І., Демків Т.М., Гембара Т.В. Лабораторний практикум з фізики. Навчальний посібник. Львів: Світ, 2006. 350с.
5. Посудін Ю. І. Фізика. Підручник. Біла Церква: Видавництво Білоцерківського національного аграрного університету, 2008. 464 с.
6. Федішин Я.І., Демків Т.М., Гембара Т.В. Лабораторний практикум з фізики. Навчальний посібник. Львів: Світ, 2001. 224с.
7. Федішин Я.І., Когут В.М., Вакарчук С.О. Збірник задач з фізики із розв'язками. Навчальний посібник. Львів: Видавничий центр ЛНУ, 2005. 310 с.
8. Федішин Я.І., Когут В.М., Вакарчук С.О. Практичні заняття з фізики. Навчальний посібник. Львів: 2002. 236 с.

Допоміжна

1. Федішин Я.І. Фізика з основами біофізики. Підручник. Львів: Світ, 2005. 552 с.
2. Посудін Ю.І. Фізика з основами біофізики. Підручник. Київ: Світ, 2003. 400 с.
3. Грабовський І.В. Курс фізики. М.: Вища школа, 1980р. 616 с.
4. Федішин Я.І. Фізика. Методичні вказівки і контрольні завдання з фізики. Львів, 1992. 80 с.

10. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Віртуальне навчальне середовище Moodle
<http://moodle.lvet.edu.ua/moodle/course/view.php?id=90>
2. Сайт кафедри фізики і математики.
<https://lvet.edu.ua/index.php/kafedra-fizyky-i-matematyky.html>
3. Фізика підручник
<http://ekhnuir.univer.kharkov.ua/handle/123456789/13329>
4. Фізика курс лекцій http://physics.dp.ua/?page_id=2773