

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

Біолого-технологічний факультет
Кафедра фізики і математики

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету

БА А.Вайно
(підпис)
" 25 " 06 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 1.6. Фізика

(код і назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»
спеціальність 204 «Технологія виробництва і переробки продуктів тваринництва»
освітня програма «Технологія виробництва і переробки продуктів тваринництва»
вид дисципліни обов'язкова

Робоча програма з навчальної дисципліни «Фізика» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 204 «Технологія виробництва і переробки продуктів тваринництва» за освітньою програмою «Технологія виробництва і переробки продуктів тваринництва».

Укладачі:

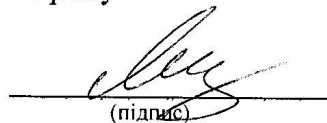
Завідувач кафедри фізики і математики, професор
Асистент кафедри фізики і математики



А.М. Коструба
О.М. Вихрист

Робоча програма розглянута та схвалена на засіданні кафедри фізики і математики
протокол № 7 від «18» 05 2021 року

завідувач кафедри фізики і математики

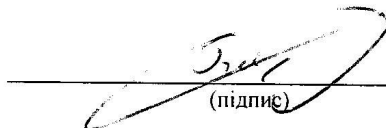


(підпис)

А.М. Коструба

Погоджено навчально-методичною комісією
спеціальності 204 «Технологія виробництва і переробки продуктів тваринництва»
протокол № 7 від «25» 06 2021 р.

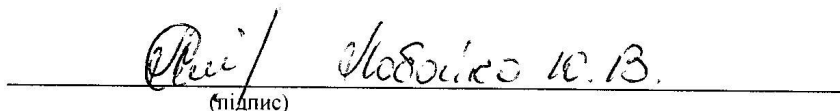
Голова НМКС



(підпис)

Схвалено рішенням навчально-методичної
ради біолого технологічного факультету
протокол № 7 від «25» 06 2021 р.

Голова НМРФ



(підпис)

Ухвалено вченою радою факультету
протокол № 2 від «25» 06 2021 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Всього годин	
	Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
Кількість кредитів/годин	3,5/105	3,5/105
Усього годин аудиторної роботи	48	14
в т.ч.:		
• лекційні заняття, год.	16	4
• практичні заняття, год.	-	-
• лабораторні заняття, год	32	10
семінарські заняття, год	-	-
Усього годин самостійної роботи	57	91
Форма контролю	залік	залік

Примітка.

Частка аудиторного навчального часу студента у відсотковому вимірі:

для денної форми навчання – 46%

для заочної форми навчання – 13,3%

2. 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 профілюючих дисциплін.

Вивчення навчальної дисципліни «Фізика» ґрунтується на таких засвоєних навчальних дисциплінах: «Неорганічна та аналітична хімія», «Вища математика».

Здобуті знання є основою для вивчення наступних навчальних дисциплін: «Охорона праці (ОП та ОП в галузі)», «Безпека життєдіяльності», «Технологія виробництва продукції птахівництва», «Технологія виробництва продукції вівчарства та козівництва», «Технологія виробництва молока і яловичини», «Технологія виробництва продукції свинарства», «Технологія виробництва продукції бджільництва», «Технологія переробки продукції тваринництва».

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

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

– **загальні компетентності:**

- здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях (ЗК₃);
- знання та розуміння предметної області та розуміння професії (ЗК₄);
- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт (ЗК₇);
- прагнення до збереження навколишнього середовища (ЗК₈);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК₉).

2.3. Програмні результати навчання (ПРН)

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

Забезпечувати дотримання параметрів та контролювати технологічні процеси з виробництва і переробки продукції тваринництва (ПРН₁).

Навчати співробітників підприємства сучасних та нових компонентів технологічних процесів з виробництва і переробки продукції тваринництва (ПРН₂).

Забезпечувати оптимальні умови утримання сільськогосподарських тварин і мікроклімат технологічних приміщень (ПРН₁₁).

Забезпечувати параметри та здійснювати технологічний контроль сучасних технологій з виробництва молока та яловичини (ПРН₁₃).

Забезпечувати параметри та здійснювати технологічний контроль сучасних технологій виробництва свинини (ПРН₁₄).

Забезпечувати параметри та здійснювати технологічний контроль виробництва продукції птахівництва (ПРН₁₅).

Забезпечувати дотримання біологічної безпеки на підприємствах із виробництва та переробки продукції тваринництва (ПРН₁₉).

3. 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.												
1.1. Кінематика та динаміка обертового руху.	9	1	-	4	-	4	10	1	-	2	-	7
1.2. Закони збереження. Робота та енергія. Гідродинаміка і гемодинаміка.	9	1	-	4	-	4	6	-	-	-	-	6
1.3. Механічні коливання і хвилі. Звук ультразвук та інфразвук.	8	1	-	2	-	5	7	-	-	-	-	7
1.4. Молекулярна фізика.	10	1	-	6	-	3	9	1	-	2	-	6
1.5. Закони термодинаміки і біологічні системи.	8	2	-	2	-	4	6	-	-	-	-	6
Разом за розділом	44	6		18		20	38	2		4		32
Розділ 2. Електростатика. Постійний струм.												
2.1. Електростатика. Біопотенціал.	6	1	-	-	-	5	7	-	-	-	-	7
2.2. Постійний струм.	7	1	-	2	-	4	8	-	-	2	-	6
Разом за розділом	13	2		2		9	15			2		13
Розділ 3. Електромагнетизм. Змінний струм.												
3.1. Електромагнетизм. Електромагнітна індукція.	6	1	-	-	-	5	7	-	-	-	-	7
3.2. Змінний струм. Електромагнітні коливання і хвилі.	8	1	-	2	-	5	8	-	-	-	-	8
Разом за розділом	14	2		2		10	15					15
Розділ 4. Оптика. Будова атома і ядра.												
4.1. Хвильові властивості світла.	10	2	-	4	-	4	11	1	-	2	-	8
4.2. Будова атома та хвильові властивості мікрочастинок.	8	2	-	2	-	4	7	-	-	-	-	7
4.3. Структура ядра атома.	6	1	-	-	-	5	8	-	-	-	-	8
4.4. Радіоактивність. Дозиметрія.	10	1	-	4	-	5	11	1	-	2	-	8
Разом за розділом	34	6		10		18	37	2		4		31
Усього годин	105	16	-	32	-	57	105	4	-	10	-	91

3.2. Лекційні заняття

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
Розділ 1. Механіка. Молекулярна фізика.			
1	Тема: «Кінематика та динаміка обертового руху.» Закони Ньютона. Закон збереження імпульсу і моменту імпульсу. Робота. Потужність. Енергія. Кінетична енергія, момент інерції. Основне рівняння динаміки обертового руху.	2	1
2	Тема: «Молекулярна фізика.» 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.	2	1
3	Тема: «Закони термодинаміки і біологічні системи.» Внутрішня енергія і перший закон термодинаміки. Теплоємність газу. Рівняння Майєра. Адіабатний процес. Рівняння Пуассона. Цикл Карно. Ентропія і другий закон термодинаміки. Термодинаміка біологічних систем.	2	–
Розділ 2. Електростатика. Постійний струм.			
4	Тема: «Електростатика. Постійний електричний струм.» Закон Кулона. Теорема Остроградського- Гаусса. Провідники в електростатичному полі. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кірхгофа. Термоелектричні явища. Явище Пельтьє.	2	–
Розділ 3. Електромагнетизм. Змінний струм.			
5	Тема: «Електромагнетизм.» Закон Ампера. Закон Біо–Савара–Лапласа. Сила Лоренца і ефект Холла. Магнітне поле і його вплив на живі організми. Основний закон електромагнітної індукції. Самоіндукція і взаєміндукція. Електромагнітні коливання і змінний струм.	2	–
Розділ 4. Оптика. Будова атома і ядра.			
6	Тема: «Хвильові властивості світла.» Інтерференція, дифракція, поляризація, дисперсія, поглинання світла.	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.	2	–
8	Тема: «Структура ядра атома. Радіоактивність.» Характеристика ядра. Ядерні сили. Енергія зв'язку ядра. Ядерні і термоядерні реакції та їх використання. Магнітна резонансна спектроскопія. Основний закон радіоактивного розпаду. Проходження радіоактивного випромінювання через речовини.	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.	1	2
2	Закони збереження. Робота та енергія. Гідродинаміка і гемодинаміка.	1	2
3	Механічні коливання хвилі. Звук ультразвук та інфразвук.	1	2
4	Молекулярна фізика.	1	2
5	Закони термодинаміки і біологічні системи.	2	2
Електростатика. Постійний струм.			
6	Електростатика. Біопотенціали.	1	2
7	Постійний струм.	2	2
Електромагнетизм. Змінний струм..			
8	Електромагнетизм. Електромагнітна індукція.	1	2
9	Змінний струм. Електромагнітні коливання і хвилі.	1	2
Оптика. Будова атома і ядра			
10	Хвильові властивості світла.	2	2
11	Будова атома та хвильові властивості мікрочастинок.	1	2
12	Структура ядра атома.	1	2
13	Радіоактивність. Дозиметрія.	2	2
Підготовка до навчальних занять та контрольних заходів		41	65
Усього годин		57	91

4. 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) П'єзоелектричний ефект і його застосування у техніці.
- 2) Магнітне поле і його вплив на живі організми, біомагнетизм і магнітобіологія.
- 3) Забруднення радіоактивним цезієм і стронцієм сільськогосподарської продукції та радіаційний контроль.

5. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

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

Вивчення навчальної дисципліни «Фізика» 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.

6. 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.

7. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Критерії оцінювання студентів денної форми здобуття освіти.

Контроль результатів навчання студентів 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 студентів здійснюється шляхом проведення поточного та підсумкового контролю (залікового).

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 залік, який проводиться під час залікової сесії.

Максимальна кількість балів, яку може отримати студент протягом семестру, становить 100.

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

$$100 (ПК) = 100,$$

де:

$100 (ПК)$ – 100 максимальних балів з поточного контролю (ПК), які може набрати студент за семестр.

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:

$$ПК = (100 \cdot САЗ) / 5 = 20 \cdot САЗ$$

За підсумками семестрового контролю в залікову відомість студентів у графі «за національною шкалою» виставляється оцінка «зараховано/незараховано».

Присутність студента при виставленні підсумкової оцінки не обов'язкова, якщо ним виконані усі передбачені види робіт.

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.

Критерії оцінювання студентів заочної форми здобуття освіти.

Успішність студента оцінюється шляхом проведення поточного та підсумкового контролю (залікового).

Максимальна кількість балів, яку може отримати студент протягом семестру, становить 100.

Оцінювання результатів навчання студентів здійснюється шляхом проведення поточного та підсумкового контролю (залікового).

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

Максимальна кількість балів протягом семестру становить 100:

$$100 (\text{ПК}) = 100,$$

де:

100 (ПК) – 100 максимальних балів з поточного контролю, які може набрати студент за семестр.

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:

$$ПК = \frac{100 \cdot САЗ}{5} = 20 \cdot САЗ.$$

Бал з поточного контролю може бути змінений за рахунок заохочувальних балів:

- студентам, які не мають пропусків занять протягом семестру (додається 2 бали);
- за участь в університетських студентських олімпіадах, наукових конференціях (додається 2 бали), на міжвузівському- рівні (додається 5 балів);
- за інші види навчально-дослідної роботи бали додаються за рішенням кафедри.

Поточний контроль проводиться викладачами під час аудиторних занять. Основне завдання поточного контролю – перевірка рівня підготовки студентів до виконання конкретної навчальної роботи. Поточний контроль проводиться у формі усного опитування, письмового експрес-контролю, тестування тощо.

8. 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.

9. 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=151>
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