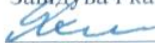


ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра будівництва та професійної освіти

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 Сергій ЯХІН

« 02 » 09 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(обов'язкова навчальна дисципліна)

БІОФІЗИКА

освітньо-професійна програма	Захист і карантин рослин
спеціальність	202 Захист і карантин рослин
галузь знань	20 Аграрні науки та продовольство
освітній ступінь	бакалавр
навчально-науковий інститут	агротехнологій, селекції та екології

Полтава
2024/2025 н.р.

Робоча програма навчальної дисципліни **Біофізика** для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Захист і карантин рослин 202 Захист і карантин рослин.

Мова викладання: державна.

Розробник: Рижкова Т.Ю., старший викладач.

«_02_»_вересня_2024_року

Розробник

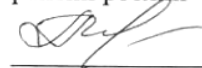

(підпис)

(Тетяна РИЖКОВА)
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Схвалено на засіданні кафедри будівництва та професійної освіти
протокол від 02.09.2024 р. № 1

Погоджено гарантом освітньої програми Захист і карантин рослин

«_2_»_вересня_20_24_року



(Ганна ПОСПЄЛОВА)

Схвалено головою ради з якості вищої освіти спеціальності Захист і карантин рослин

протокол №1

від «_2_»_вересня_20_24_року



(Ганна ПОСПЄЛОВА)

©Рижкова Т.Ю., 2024 рік

©Полтавський державний аграрний університет, 2024 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Елементи характеристики	Денна форма навчання
Загальна кількість годин -	90
Кількість кредитів –	3
Місце в індивідуальному навчальному плані здобувача вищої освіти (обов'язкова чи вибіркова)	обов'язкова
Рік навчання (шифр курс)	1 (202 ЗКР_бд_2024)
Семестр	2
Лекції (годин)	16
Практичні (семінарські) (годин)	–
Лабораторні (годин)	14
Самостійна робота (годин)	60
в т. ч. індивідуальні завдання (вказати форму) (годин)	–
Форма семестрового контролю	залік

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета вивчення навчальної дисципліни: Сформувати у майбутніх фахівців знання про основні закони та положення біофізики, що лежать в основі пізнання загальних закономірностей явищ природи; засвоїти біофізичні аспекти, безпосередньо пов'язані із захистом і карантинном рослин; оволодіти науковими та практичними теоріями і методами, необхідними для розв'язування складних спеціалізованих задач і вирішення практичних проблем у межах професійної діяльності у сфері захисту і карантину рослин.

3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Перелік дисциплін, які передують її вивченню відповідно до структурно-логічної схеми освітньої програми: вища математика.

4. Компетентності:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми професійної діяльності з захисту і карантину рослин або у процесі навчання, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, з використанням теорій і методів біології та аграрних наук.

загальні:

ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК 8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність)

5. Програмні результати навчання:

ПРН 4. Знати і розуміти математику та природничі науки в обсязі, необхідному для професійної діяльності із захисту і карантину рослин.

Співвідношення програмних результатів навчання із очікуваними результатами навчання

Програмний результат навчання	Очікувані результати навчання навчальної дисципліни
ПРН 4. Знати і розуміти математику та природничі науки в обсязі, необхідному для професійної діяльності із захисту і карантину рослин	володіти сучасними знаннями про закони біофізики; знати основні поняття та закони кінематики та динаміки руху, молекулярно-кінетичної теорії та термодинаміки, теорій електричного та магнітного полів, властивостей твердого тіла, особливостей оптичного, теплового випромінювання; розуміти механізми механічних, теплових, електричних, магнітних впливів; знати основні поняття теорії похибок та вміти їх обчислювати й оцінювати; вміти проводити експериментальні дослідження фізичних явищ; володіти основними прийомами вимірювання параметрів за допомогою технічних приладів; самостійного розрахунку та аналізу одержаних результатів для вирішення професійних завдань.

6. Методи навчання і викладання

Методи навчання і викладання: словесні (лекція, бесіда, розповідь-пояснення), наочні (демонстрування, спостереження), практичні (лабораторні роботи); комп'ютерні, мультимедійні методи (використання мультимедійних презентацій, дистанційне навчання; методи усного контролю (опитування), методи письмового контролю (самостійна робота).

7. Програма навчальної дисципліни:

Тема 1. Механіка. Акустика

Основи метрології як науки; вимірювання фізичної величини; прямі та посередні вимірювання; математична обробка даних вимірювань; послідовність обчислення похибок.

Види механічного руху; швидкість, прискорення; закони Ньютона; робота; кінетична та потенціальна енергія; закони збереження у механіці.

Звук як механічне коливання; параметри звукової хвилі; ультразвук та інфразвук; принцип утворення шуму та вплив його інтенсивності на навколишнє середовище; біоакустика; акусторецепція; застосування енергії ультразвукового та інфразвукового діапазонів у рослинництві.

Тема 2. Обертальний рух твердого тіла. Кутова швидкість і кутове прискорення; основне рівняння обертального руху твердого тіла; момент сили; момент інерції циліндра; робота при обертальному русі; кінетична енергія тіла, що обертається; закон збереження моменту імпульсу; механічна рівновага; доцентрова сила; закон всесвітнього тяжіння; важелі, умови рівноваги важеля.

Тема 3. Пружні та пружньо-в'язкі властивості твердих тіл і біологічних тканин.

Енергія зв'язку частинок твердих тіл; кристалічні й аморфні тіла; закон Гука; енергія пружно-деформованого тіла; види деформації; міцність, границя міцності; пружно-в'язкі властивості біологічних тканин та рослин; механічні властивості тканин живих організмів.

Тема 4. Молекулярні явища у рідині

Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії газів, рівняння Менделєєва-Клапейрона; температура; будова біомолекул; поверхневий натяг; крайовий кут змочування; капілярні явища; додатковий тиск в капілярах; випаровування рідини; кипіння; насичена та ненасичена пара; властивості води; вологість повітря.

Ідеальна рідина; рівняння нерозривності; закон Бернуллі; в'язкі рідини у біологічних системах; ньютонівські та неньютонівські рідини; в'язкість; методи вимірювання в'язкості рідин; закон Стокса; закон Ньютона; градієнт швидкості; закон Пуазейля та закон Ома для визначення об'ємної швидкості руху рідини; ламінарна та турбулентна течії.

Тема 5. Закони термодинаміки в біології. Біофізика мембран

Термодинамічні системи та термодинамічні параметри; внутрішня енергія; теплота; перший закон термодинаміки в біології; робота термодинамічних систем; енергетика клітини; теплові машини; ентропія; другий закон термодинаміки в біології; термодинаміка біологічних систем; терморегуляція у рослин; терморецепція.

Явища переносу: теплопровідність, дифузія, осмос; будова клітинних мембран; транспорт через мембрани; ліпідні пори і проникність мембран; натрієво-калієвий насос; тепловий баланс рослин; теплопередача у рослин (пароутворення, теплове випромінювання, конвекція).

Тема 6. Основні поняття та закони електродинаміки в біофізиці. Електромагнетизм.

Закон Кулона; електричний потенціал; напруга; провідники і діелектрики в електростатичному полі; електроємність; електричний струм; закони Ома для ділянки кола та повного кола; тепла дія струму; механізм електрогенезу в клітинах; трансмембранний потенціал; потенціали спокою та дії.

Магнітна індукція; закон Ампера; сила Лоренца; магнітні властивості речовин; електромагнітна індукція; закон Фарадея; індуктивність; магнітні поля біологічних об'єктів; магнітні поля та їх вплив на навколишнє середовище, органічні речовини.

Тема 7. Геометрична оптика. Хвильова оптика та фотометрія.

Геометрична оптика; відбивання та заломлення світла; повне внутрішнє відбиття; рефрактометри; світловоди; фіброскопи; око як оптична система.

Дифракція й інтерференція світла; дифракційна ґратка; дисперсія; спектральний аналіз; поляризація; оптична активність речовини; принцип роботи поляриметра; загальні енергетичні характеристики світла; функція видимості; фотометричні характеристики; фотометри.

Тема 8. Біологічна дія видимого, інфрачервоного й ультрафіолетового світла.

Оптичне випромінювання. Дія оптичного випромінювання видимого діапазону на біологічні об'єкти; біологічна дія інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювання на навколишнє середовище та живі організми; термографія; фоторецепція у живих організмів; фотобіологічні реакції рослин.

Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин			
	денна форма 2023КР бд 2024			
	усього	у тому числі		
		л	лаб	с.р.
Тема 1. Механіка. Акустика	13	2	4	7
Тема 2. Обертальний рух твердого тіла.	11	2	2	7
Тема 3. Пружні та пружньо-в'язкі властивості твердих тіл і біологічних тканин	11	2	2	7
Тема 4. Молекулярні явища у рідині	11	2	4	5
Тема 5. Закони термодинаміки в біології. Біофізика мембран	13	2	0	11
Тема 6. Основні поняття та закони електродинаміки в біофізиці. Електромагнетизм.	9	2	0	7
Тема 7. Геометрична оптика. Хвильова оптика та фотометрія.	11	2	2	7
Тема 8. Біологічна дія видимого, інфрачервоного й ультрафіолетового світла.	11	2	0	9
Усього годин	90	16	14	60

8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		Денна форма 2023КР бд 2024
1	Обчислення похибок прямих і посередніх вимірювань.	2
2	Визначення швидкості звуку в повітрі.	2
3	Дослідження обертального руху тіла	2
4	Визначення модуля пружності методом вигину	2
5	Дослідження течії в'язкої рідини й обчислення коефіцієнту в'язкості рідини за методом Стокса	2
6	Визначення коефіцієнту поверхневого натягу методом підняття рідини у капілярі	2
7	Дослідження явища дифракції світла та визначення довжини світлових хвиль (видимого діапазону та лазерного випромінювання)	2
Разом		14

9. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна форма 2023КР бд 2024
1	Тема 1. Механіка. Акустика	7
2	Тема 2. Обертальний рух твердого тіла.	7
3	Тема 3. Пружні та пружньо-в'язкі властивості твердих тіл і біологічних тканин	7
4	Тема 4. Молекулярні явища у рідині	7
5	Тема 5. Закони термодинаміки в біології. Біофізика мембран	7
6	Тема 6. Основні поняття та закони електродинаміки в біофізиці. Електромагнетизм.	7

7	Тема 7. Геометрична оптика. Хвильова оптика та фотометрія.	9
8	Тема 8. Біологічна дія видимого, інфрачервоного й ультрафіолетового світла.	9
	Разом:	60

10. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

11. Оцінювання результатів навчання

Програмні результат навчання	Форми контролю програмних результатів навчання
ПРН 4. Знати і розуміти математику та природничі науки в обсязі, необхідному для професійної діяльності із захисту і карантину рослин	– опитування; – виконання завдань самостійної роботи (опрацювання теоретичного матеріалу). – виконання лабораторних робіт (вимірювальних, розрахункових, графічних завдань) - та їх теоретичний захист.

Схема нарахування балів з навчальної дисципліни

Назва теми	Форми контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти, денна форма навчання			
	Опитування	Виконання завдань самостійної роботи	Виконання лабораторних робіт	Разом
Тема 1. Механіка. Акустика	4	5	8	17
Тема 2. Обертальний рух твердого тіла.	4	5	4	13
Тема 3. Пружні та пружньо-в'язкі властивості твердих тіл і біологічних тканин	4	5	4	13
Тема 4. Молекулярні явища у рідині	4	5	8	17
Тема 5. Закони термодинаміки в біології. Біофізика мембран	4	5		9
Тема 6. Основні поняття та закони електродинаміки в біофізиці. Електромагнетизм.	4	5		9
Тема 7. Геометрична оптика. Хвильова оптика та фотометрія.	4	5	4	13
Тема 8. Біологічна дія видимого, інфрачервоного й ультрафіолетового світла.	4	5		9
Разом	32	40	28	100

Шкала та критерії оцінювання опитування

Кількість балів	Критерії оцінювання
4	Повна відповідь на запитання, висока активність на заняттях що дає можливість оцінити здатність проведення досліджень на відповідному рівні та розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі біофізики, що необхідні для професійної діяльності із захисту і карантину рослин
3	Неповна відповідь на запитання, середня активність роботи на заняттях, що дає можливість оцінити здатність проведення досліджень на відповідному рівні та розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі біофізики, що необхідні для професійної діяльності із захисту і карантину рослин
2	Неповна відповідь на запитання, низька активність роботи на заняттях, яка дає можливість оцінити здатність проведення досліджень на відповідному рівні та розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі біофізики, що необхідні для професійної діяльності із захисту і карантину рослин
0-1	Відсутність або часткова відповідь на запитання, низька активність роботи на заняттях, що не дає можливість оцінити здатність проведення досліджень на відповідному рівні та розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі біофізики, що необхідні для професійної діяльності із захисту і карантину рослин

виконання завдань самостійної роботи

Кількість балів	Критерії оцінювання
4-5	повне, вичерпне виконання завдань самостійної роботи, демонструє здатність до проведення досліджень на відповідному рівні, здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук та розуміння основних концепцій, теоретичних і практичних проблем у галузі біофізики, що необхідні для професійної діяльності із захисту і карантину рослин.
2-3	виконання завдань самостійної роботи з певною неточністю, з відсутністю пояснень та чітких формулювань, що дозволяє оцінити розуміння питань, які стосуються здатності до проведення досліджень на відповідному рівні, але не повністю, демонструється неповне розуміння основних концепцій, теоретичних та практичних проблем в галузі біофізики, що необхідні для професійної діяльності із захисту і карантину рослин.
0-1	завдання самостійної роботи не виконане або частково виконане з допущенням великої кількості помилок, що не дозволяє оцінити розуміння основних концепцій, теоретичних та практичних проблем в галузі біофізики, що необхідні для професійної діяльності із захисту і карантину рослин (завдання потребує повторного виконання)

виконання лабораторних робіт

Кількість балів	Критерії оцінювання
4	високий рівень оволодіння практичними навичками: вміння самостійно проводити вимірювання та виконувати обчислення, вміння пояснити принцип користування обладнанням, приладами, вміння оцінити похибку вимірювань, вміння скласти письмовий звіт за результатами експериментів, самостійно робити висновки, надавати вичерпні відповіді на контрольні запитання, що дає можливість сформулювати здатність проведення досліджень на відповідному рівні, показувати розуміння предметної області із залученням біофізичних законів і теорій у майбутній професійній діяльності, отримувати навички здійснення відповідних вимірювань, знання принципів роботи пристроїв, роботи в команді, критичного осмислення

	основних теорій, методів та принципів природничих наук, розуміння основних концепцій, теоретичних та практичних проблем у галузі біофізики, що необхідні для професійної діяльності із захисту і карантину рослин
3	виконання роботи з неточностями, що дозволяє сформувати вміння самостійно проводити вимірювання та виконувати обчислення, вміння пояснити принцип користування обладнанням, приладами, вміння оцінити похибку вимірювань, вміння скласти письмовий звіт за результатами експериментів, самостійно робити висновки, надавати вичерпні відповіді на контрольні запитання, що дає можливість сформувати здатність до проведення досліджень на відповідному рівні, отримувати навички здійснення оцінювання та забезпечення якості виконуваних робіт, розуміння основних концепцій, теоретичних та практичних проблем в галузі біофізики, що необхідні для професійної діяльності із захисту і карантину рослин, частково демонструються уміння обирати необхідні інструментальні засоби для проведення досліджень
2	експериментальні дослідження виконані з суттєвими помилками або неточностями, поверхнєве володіння навичками самостійно проводити вимірювання та виконувати обчислення, вміння пояснити принцип користування обладнанням, приладами, вміння оцінити похибку вимірювань, вміння скласти письмовий звіт за результатами експериментів та робити висновки за підказками викладача, відповіді на контрольні запитання надано не в повному обсязі, але це дає можливість сформувати у здобувача вищої освіти здатність до проведення досліджень на відповідному рівні, показувати критичне осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук, розуміння основних концепцій, теоретичних та практичних проблем в галузі біофізики, що необхідні для професійної діяльності із захисту і карантину рослин
1	лабораторна робота виконана з суттєвими помилками або неточностями, часткові володіння навичками самостійно проводити вимірювання та виконувати обчислення, вміннями пояснити принцип користування обладнанням, приладами, вміннями оцінити похибку вимірювань, вміннями скласти письмовий звіт за результатами експериментів та робити висновки, відповіді на контрольні запитання надано обмежено та не на всі питання, але це дає можливість сформувати у здобувача вищої освіти здатність до проведення досліджень на відповідному рівні, показувати критичне осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук, розуміння основних концепцій, теоретичних та практичних проблем в галузі біофізики, що необхідні для професійної діяльності із захисту і карантину рослин
0	низький рівень виконання лабораторної роботи, відсутнє розуміння принципу користування обладнанням та приладами, проведення вимірювань та виконання обчислень проходить з постійними консультаціями викладача, здобувач не розуміє принципів оцінки похибок вимірювань, складання письмового звіту за даними експериментів та написання висновків роботи виконуються під повним керівництвом викладача, відповіді на контрольні запитання не надано (бали не нараховуються, необхідне повторне виконання завдання), що не дає можливість оцінити формування компетентностей і досягнення програмних результатів.

12. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачено під час вивченні навчальної дисципліни

Засоби навчання: інформаційний супровід із використанням платформи Moodle; проектор Epson EB-X18, ноутбук Acer 56207, екран AV Screen мобільний.

Перелік інструментів, обладнання, устаткування, необхідного для вивчення навчальної дисципліни, забезпечує навчальна лабораторія «Фізики та біофізики».

13. Політика навчальної дисципліни

- щодо термінів виконання та перескладання. Усі навчальні завдання, передбачені робочою програмою, мають бути виконані у встановлений термін відповідно розкладу. Перескладання поточного та семестрового контролю відбуваються за наявності поважних причин з дозволу директорату. Перескладання поточного та підсумкового контролів відбувається за наявності поважних причин (наприклад, хвороба тощо) та з дозволу директорату; практичні завдання, завдання із самостійної роботи, які оформляються та здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються зі зменшенням оцінки. Порядок повторного проходження контрольних заходів в Університеті регулюється «Положенням про організацію освітнього процесу в ПДАУ» <https://surl.li/gsygqn> та «Положенням про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти в ПДАУ» <https://surl.li/fbktqs>. Відповідно до нормативної бази університету повторне складання підсумкового контролю допускається не більше двох разів із кожної освітньої компоненти (ОК): один раз викладачу, другий – комісії, котра формується директором інституту, за участю кафедри, відповідальної за реалізацію ОК. Оцінка, отримана в результаті другого повторного складання заліку є остаточною. Складання заліку для підвищення позитивної оцінки з ОК здійснюється тільки один раз на підставі заяви здобувача вищої освіти.

- щодо академічної доброчесності. Здобувач вищої освіти повинен дотримуватись Кодексу академічної доброчесності <https://surl.li/ucuhyi> та Положення про запобігання та виявлення академічного плагіату в Полтавському державному аграрному університеті <https://surl.li/ebnslb>. Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає: самостійне виконання всіх навчальних завдань поточного та підсумкового контролів результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); обов'язкове покликання на джерела інформації під час використання ідей, розробок, тверджень; дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права; надання достовірної інформації про результати власної навчальної, наукової, творчої діяльності, запозичені методики досліджень. Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням інформаційних технологій). Виконані навчальні роботи здобувач вищої освіти може перевірити на наявність текстових запозичень, використовуючи програми відкритого доступу. У раз виявлення факту плагіату здобувач вищої освіти отримує за завдання 0 балів і повинен повторно виконати його.

- щодо відвідування занять. Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. За об'єктивних причин (наприклад, лікарняний, індивідуальний графік, стажування тощо) навчання може відбуватись самостійно з використанням інформаційних технологій (у змішаній чи/та дистанційній формах за погодженням із викладачем курсу та директором інституту) на засадах академічної доброчесності. При цьому здобувач вищої освіти має звітувати через електронну пошту або через систему дистанційного навчання LMS Moodle про стан виконання завдань.

- щодо зарахування результатів неформальної / інформальної освіти. Здобувачі вищої освіти мають право на перезарахування результатів навчання, набутих у неформальній та інформальній освіті згідно відповідного Положення про порядок визнання результатів навчання, набутих у неформальній та інформальній освіті, здобувачами вищої освіти Полтавського державного аграрного університету <https://surl.li/segjvy>. Здобувачі можуть самостійно на платформах онлайн-освіти, шляхом участі у короткострокових навчальних програмах і проєктах (з обов'язковим одержанням сертифіката) опановувати навчальний матеріал, який за змістом дозволяє набути очікувані навчальні результати за частиною освітнього компонента до початку або впродовж семестру, в якому опановується освітній компонент, проте не пізніше, ніж за місяць до встановленої дати семестрового контролю.

- щодо оскарження результатів оцінювання. Порядок оскарження результатів оцінювання здобувачів вищої освіти регламентується Положенням про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти в Полтавському державному аграрному університеті <https://surl.li/qdwohk>.

14. Рекомендовані джерела інформації

Основні

1. Посудін Ю.І. Біофізика : Підручник. Київ : Ліра-К, 2021. 472 с.
2. Бойко В.В., Залоїло І.А., Годлевська О.О. Практикум з біофізики : Навчальний посібник. В 2-х частинах. Ч. І. Біомеханіка. Київ : НУБіП, 2021. 572 с. URL: <https://dglb.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/2aafc94e-e6be-4bc0-a197-bb21c01a97ac/content>.
3. Рохманов М.Я., Авотін С.С. Фізика з основами біофізики : навч. посіб. / за заг. ред. С.С. Авотіна; Харків : Харків. нац. аграр. ун-т., 2020. 291 с. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/4726/1/BIOPHYSICS%20h%20_1_%2020.pdf
4. Братусь Т.І., Строкач М.С. Загальна фізика. Механіка. Молекулярна фізика. Термодинаміка фізики : навч. посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 130 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/2dd711f8-bd19-43ca-869d-b3b51844efdb/content>
5. Колечкіна І., Рижкова Т. Фізика. Механіка : навчально-методичний посібник. Полтава : ПДМУ, ННЦПГ, 2022. 139 с. URL: <http://repository.pdmu.edu.ua/handle/123456789/19460>.
6. Рижкова Т.Ю. Біофізика : методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Полтава : ПДАУ, 2024. 86 с.

Допоміжні

7. Посудін Ю.І. Фізика з основами біофізики : підручник. Київ : Світ, 2003. 400 с. URL: <https://dglb.nubip.edu.ua/items/e1d67033-ca51-4db4-b472-bc2214d5a9b6>
8. Грінченко В. Т., Вовк І. В., Маципура В. Т. Основи акустики. Київ : НВП «Видавництво «Наукова думка» НАН України, 2007. 640 с.
9. Терещенко М.Ф., Тимчик Г. С., Яковенко І. О. Біофізика : підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. 444 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/2a9b419b-9a5f-4c8f-938b-37dba127de47/content>
10. Бойко В. В., Залоїло І. А., Посудін Ю.І. Практикум з біофізики : навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Ч. II. Біотермодинаміка. Біоелектрика та біомагнетизм. Фотобіологія. Київ : НУБіП, 2019. 486 с
11. Сливко Е.І., Мельнікова О.З., Іванченко О.З., Біляк Н.С., Прокопченко О.Є. Біофізика і фізичні методи аналізу : Навчальний посібник. Запоріжжя, 2018. 234 с. URL: <http://surl.li/lpkbr>.
12. Кузьменко Г.М., Рижкова Т.Ю. Робототехніка у розвивальному навчанні студентів фізики як технологія реалізації STEM-освіти. *Імідж сучасного педагога*, 2024. № 4 (217). С. 13-18. URL: <http://isp.poippo.pl.ua/issue/view/18298/11221>; doi: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2024-4\(217\)-13-18](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2024-4(217)-13-18).
13. Арендаренко В.М., Самойленко Т.В., Іванов О.М., Рижкова Т.Ю. Результати експериментальних досліджень по розподіленню падаючого зерна з тороподібною тарілки на пласку поверхню. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (1). С. 96–101. URL: <https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk/article/view/1748>; doi: 10.31210/spi2023.26.01.15.
14. Рижкова Т.Ю., Кузьменко Г.М. SPICE-симулятори на лабораторних заняттях з електротехніки й електроніки. *Збірник наукових праць викладачів, аспірантів, магістрантів і студентів фізико-математичного факультету*. Полтава : ПП Астроя, 2021. С. 91-92. URL: <http://surl.li/lstdxx>.
15. Кузьменко Г., Рижкова Т. Трансдисциплінарний підхід як один з дидактичних принципів STEM-навчання фізики. *Реформування вищої освіти в контексті забезпечення сталого розвитку суспільства : Дидаскал : часопис : зб. матеріалів Міжн. наук.-практ. конф., м. Полтава, 15–16 лист. 2022 р. Полтава, 2022. № 23. С. 198-200.*
16. Рижкова Т.Ю., Волинець Я.Ю. Розв'язування фізичних задач професійного спрямування за допомогою прикладного програмного забезпечення. *Новітні технології в агроінженерії: проблеми та перспективи впровадження : матеріали II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (02-03 червня 2022 р., м. Полтава)*. Полтава, 2022. С. 95-98. URL: <http://surl.li/keodhe>.

Інформаційні ресурси

17. Біофізика: електронний навчальний курс для спеціальності «202 Захист і карантин рослин» : сайт системи дистанційного навчання Moodle ПДАУ. URL: <https://moodle.pdau.edu.ua/>.
18. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського : сайт. URL: <http://>

www.nbu.gov.ua.

19. Бібліотека ПДАУ : сайт. URL: <https://www.pdau.edu.ua/content/biblioteka>.

20. TED IDEAS worth spreading : сайт. URL: <https://www.ted.com/search?q=physics>.

21. Physics World - the member magazine of the Institute of Physics : сайт. URL: <https://phys.org/journals/physics-world/>.