

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра будівництва та професійної освіти

ЗАТВЕРДЖЕНО КАФЕДРОЮ

Завідувач кафедри

 Сергій ЯХІН

(протокол «01» 09 2025 р. № 1)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(обов'язкова навчальна дисципліна)

БІОФІЗИКА

освітньо-професійна програма
спеціальність
галузь знань

рівень вищої освіти
навчально-науковий інститут

«Садово-паркове господарство»
НЗ Садово-паркове господарство
Н Сільське, лісове, рибне господарство та
ветеринарна медицина
перший (бакалаврський)
агротехнологій, селекції та екології

Полтава
2025/2026 н.р.

Робоча програма навчальної дисципліни Біофізика для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Садово-паркове господарство» спеціальності НЗ Садово-паркове господарство.

Мова викладання: державна.

Розробник: АНТОНЕЦЬ Анатолій, доцент кафедри будівництва та професійної освіти, кандидат педагогічних наук, доцент

«01» Вересня 2025 року



Анатолій АНТОНЕЦЬ

Погоджено гарантом освітньої програми «Садово-паркове господарство»

«01» Вересня 2025 року



Світлана ГАПОН

Схвалено радою з якості вищої освіти спеціальності «Садово-паркове господарство» протокол від 01 вересня 2025 року № 1

Голова ради з якості вищої освіти спеціальності



Алла БАГАН

© ПДАУ 2025 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Елементи характеристики	Денна форма здобуття освіти
Загальна кількість годин	90
Кількість кредитів	3
Місце в індивідуальному навчальному плані здобувача вищої освіти	обов'язкова
Рік навчання (шифр курсу)	1 НЗ СПГ бд 2025
Семестр	2
Лекції (годин)	16
Лабораторні заняття (годин)	14
Самостійна робота (годин)	60
Форма семестрового контролю	залік

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Навчити здобувачів вищої освіти основних законів і положень фізики, що необхідні для розуміння загальних закономірностей явищ природи, основам фізичної інтерпретації будови та функціонування біологічних об'єктів; висвітлити питання біофізики, що стосуються проблем життєдіяльності рослин та рослинних систем та їх взаємодії з навколишнім середовищем, можливих прикладних застосувань фізичних методів і приладів у рослинництві та землеробстві; аналізувати та оцінювати теоретичні та практичні основи біофізики, набуття необхідних умінь та навичок для застосування фізичних методів і приладів у професійній діяльності.

3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Перелік дисциплін, які передують її вивченню відповідно до структурно-логічної схеми освітньо-професійної програми: Вища математика.

4. Компетентності:

Інтегральна:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми професійної діяльності у галузі вирощування декоративних рослин, проектування, створення та експлуатації об'єктів садово-паркового господарства або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій і методів рослинництва, ландшафтної архітектури, садово-паркового будівництва та екології і характеризується комплексністю і невизначеністю умов.

загальні:

ЗК 6. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 9. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 12. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

фахові:

ФК 8. Здатність безпечно використовувати агрохімікати й пестициди, беручи до уваги їхні хімічні і фізичні властивості та вплив на навколишнє середовище.

5. Програмні результати навчання:

РН 2. Прагнути до самоорганізації та самоосвіти

РН 15. Організувати результативні та безпечні умови праці

Співвідношення програмних результатів навчання із очікуваними результатами навчання

Програмний результат навчання	Очікувані результати навчання навчальної дисципліни
РН 2. Прагнути до самоорганізації та самоосвіти.	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 критично осмислювати основні теорії та принципи природничих наук, поєднувати теоретичні знання та практичний досвід фізики та біофізики, з урахуванням сучасних науково-технічних досягнень галузі.
РН 15. Організувати результативні та безпечні умови праці	знати основні поняття теорії похибок та вміти їх обчислювати й оцінювати; вміти проводити експериментальні дослідження фізичних явищ; оцінювати реакції біологічних об'єктів на різноманітні фізичні фактори, що виникають в процесі виробничої діяльності; володіти основними прийомами вимірювання параметрів за допомогою технічних приладів, самостійного розрахунку та аналізу одержаних результатів для вирішення професійних завдань.

6. Методи навчання і викладання

Словесні (лекція, розповідь-пояснення), наочні (ілюстрування, демонстрування), практичні (лабораторні роботи, вправи, робота з навчально-методичною літературою), комп'ютерні і мультимедійні методи (використання мультимедійних презентацій).

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; терморцепція.

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 НЗ СПГ бд 2025			
	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		11
Тема 6. Основні поняття та закони електродинаміки в біофізиці. Електромагнетизм.	9	2		7
Тема 7. Геометрична оптика. Хвильова оптика та фотометрія.	11	2	2	7
Тема 8. Біологічна дія видимого, інфрачервоного й ультрафіолетового світла.	11	2		9
Усього годин	90	16	14	60

8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна форма НЗ СПГ бд 2025
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 НЗ СПГ бд 2025
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	5
5	Тема 5. Закони термодинаміки в біології. Біофізика мембран	11
6	Тема 6. Основні поняття та закони електродинаміки в біофізиці. Електромагнетизм.	7
7	Тема 7. Геометрична оптика. Хвильова оптика та фотометрія.	7
8	Тема 8. Біологічна дія видимого, інфрачервоного й ультрафіолетового світла.	9
	Разом:	60

10. Індивідуальні завдання

Не передбачено.

11. Оцінювання результатів навчання

Програмні результати навчання	Форми контролю програмних результатів навчання
РН 2. Прагнути до самоорганізації та самоосвіти.	– опитування; – виконання завдань самостійної роботи – виконання лабораторних робіт та їх захист.
РН 15. Організувати результативні та безпечні умови праці	– опитування; – виконання завдань самостійної роботи – виконання лабораторних робіт та їх захист.

Схема нарахування балів із навчальної дисципліни

Назва теми	Форми контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти, денна форма навчання <i>НЗ СПГ бд 2025</i>			
	Опитування	Виконання завдань самостійної роботи	Виконання лабораторних робіт та їх захист	Разом
Тема 1. Механіка. Акустика		5	12	17
Тема 2. Обертальний рух твердого тіла.	3	5	6	14
Тема 3. Пружні та пружньо-в'язкі властивості твердих тіл і біологічних тканин	3	5	6	14
Тема 4. Молекулярні явища у рідині		5	12	17
Тема 5. Закони термодинаміки в біології. Біофізика мембран	3	5		8
Тема 6. Основні поняття та закони електродинаміки в біофізиці. Електромагнетизм.	3	5		8
Тема 7. Геометрична оптика. Хвильова оптика та фотометрія.	3	5	6	14
Тема 8. Біологічна дія видимого, інфрачервоного й ультрафіолетового світла.	3	5		8
Разом	18	40	42	100

Шкала та критерії оцінювання

опитування

Кількість балів	Критерії оцінювання
3	відповідь містить глибоке усвідомлення основних фізичних концепцій, здобувач володіє сучасними знаннями про закони біофізики, вміє порівнювати, оцінювати, аналізувати та інтегрувати знання, що необхідні для виконання професійних завдань, удосконалення технології їх виконання та навчання інших.
2	не чіткість та заплутаність в цілому правильної відповіді, достатні знання теоретичного матеріалу, здатність порівнювати, оцінювати та аналізувати знання, що необхідні для виконання професійних завдань.
1	часткове та плутане знання основ теоретичного матеріалу, не вміння інтегрувати сучасні знання про закони біофізики для виконання професійних завдань
0	незнання теоретичного матеріалу, що не дає можливість оцінити формування

	компетентностей і досягнення програмних результатів
--	---

Виконання завдань самостійної роботи

Кількість балів	Критерії оцінювання
5	повне, вичерпне виконання завдань самостійної роботи, демонструє здатність до проведення досліджень на відповідному рівні, здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до пошуку та оволодіння сучасними знаннями, формування вміння пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, здатність до критичного осмислення основних теорій та принципів природничих наук та розуміти основні природничо-наукові концепції, що необхідні для майбутньої професійної діяльності
4	повне виконання завдань самостійної роботи з незначними неточностями чи заплутаністю, демонструє здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до пошуку та оволодіння сучасними знаннями, формування вміння пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, здатність до критичного осмислення основних теорій та принципів природничих наук та розуміти основні природничо-наукові концепції, що необхідні для майбутньої професійної діяльності
3	виконання завдань самостійної роботи з помилками, що в цілому дозволяє оцінити здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук, що необхідні для майбутньої професійної діяльності
2	часткове виконання завдань самостійної роботи з допущенням помилок, що дозволяє оцінити розуміння питань, що стосуються здатності до проведення досліджень на відповідному рівні, проявляти здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до пошуку та оволодіння сучасними знаннями, формування вміння пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, але не повністю, демонструється неповне розуміння природничо-наукових концепцій, що необхідні для майбутньої професійної діяльності
1	завдання самостійної роботи частково виконане з допущенням великої кількості помилок, що не дозволяє повноцінно зрозуміти основні природничо-наукові концепції, необхідні для майбутньої професійної діяльності
0	не виконання завдання, нерозуміння основних фізичних концепцій, що не дає можливість оцінити формування компетентностей і досягнення програмних результатів

Виконання лабораторних робіт та їх захист

Кількість балів	Критерії оцінювання
6	високий рівень оволодіння практичними навичками: прагнення до самоорганізації та самоосвіти, організації безпечних умов праці, 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 проведення досліджень на відповідному рівні; розуміти фізичні властивості речовин та їх вплив на навколишнє середовище, розуміти основні природничо-наукові концепції та володіти сучасними знаннями про закони біофізики, що необхідні для майбутньої професійної діяльності
4-5	виконання роботи з неточностями чи несуттєвими помилками, 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, проявляти прагнення до самоорганізації та самоосвіти, організації безпечних умов

	праці, розуміти основні природничо-наукові концепції та володіти сучасними знаннями про закони біофізики, що необхідні для майбутньої професійної діяльності
2-3	експериментальні дослідження виконані з суттєвими помилками або неточностями, задовільне 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, організації безпечних умов праці, але це дає можливість сформулювати у здобувача вищої освіти здатність до проведення досліджень на відповідному рівні, розуміти основні природничо-наукові концепції та володіти сучасними знаннями про закони біофізики, що необхідні для майбутньої професійної діяльності
1	лабораторна робота виконана частково з суттєвими помилками або неточностями, початкове володіння навичками самостійно проводити вимірювання та виконувати обчислення, відповіді на контрольні запитання надано обмежено, поверхово та не на всі питання, слабе розуміння основ природничо-наукових концепцій.
0	лабораторна робота не виконана, відсутні базові навички проведення теоретичних та експериментальних досліджень, 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 та програмного забезпечення необхідного для вивчення навчальної дисципліни забезпечує навчальна лабораторія «Фізики» та 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. Лабораторні роботи, завдання із самостійної роботи, які оформляються та здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються зі зменшенням оцінки (на 30 %). Порядок повторного проходження контрольних заходів в Університеті регулюється Положенням про організацію освітнього процесу в Полтавському державному аграрному університеті <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/5555/polozhennyyaproosvitniyproces2025.pdf> та «Положенням про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти в ПДАУ» <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/5555/polozhennyyaproocinyuvannyazdobuvachiv2025.pdf>. Відповідно до нормативної бази університету повторне проходження контрольного заходу допускається не більше двох разів: один раз викладачеві, другий – комісії, котра формується директором інституту, за участю кафедри, відповідальної за реалізацію ОК. Оцінка, отримана в результаті другого повторного проходження контрольного заходу є остаточною. Повторне проходження контрольного заходу для підвищення позитивної оцінки з навчальної дисципліни здійснюється тільки один раз на підставі заяви здобувача вищої освіти.

- щодо академічної доброчесності. Здобувач вищої освіти повинен дотримуватись Кодексу академічної доброчесності Полтавського державного аграрного університету <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/9854/kodeksdobrochesnostinasayt.pdf>. 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, використанні методики досліджень і джерела інформації.

- 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 ПДАУ <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/5555/polozhennyaaproneformalnuosvitu2025.pdf>. Здобувачі можуть самостійно на платформах онлайн-освіти, шляхом участі у короткострокових навчальних програмах і проєктах опановувати навчальний матеріал, який за змістом дозволяє набутти 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://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/5555/polozhennyaoproocinyuvannyazdobuvachiv2025.pdf>. Нормативно-правові акти стосовно оскарження результатів навчання наведені на сторінці «Положення про освітню діяльність» <https://www.pdau.edu.ua/content/polozhennya-pro-osvitnyu-diyalnist>.

14. Рекомендовані джерела інформації

Основні

1. Антонець А.В. Рижкова Т.Ю. Біофізика : методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Полтава : ПДАУ, 2025. 86 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:
3. Братусь Т.І., Строкач М.С. Загальна фізика. Механіка. Молекулярна фізика. Термодинаміка фізики : навч. посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 130 с.
4. Кевшин А. Г., Галян В. В., Мирончук Г. Л. Фізика : навч. посіб. з розв'язування задач з курсу загал. фізики. Луцьк, 2023. 190 с.
5. Посудін Ю.І. Біофізика : Підручник. Київ : Ліра-К, 2021. 472 с.
6. Шкурдода Ю.О., Пасько О.О, Коваленко О.А. Фізика. Механіка, молекулярна фізика та термодинаміка : навчальний посібник. Суми : Сумський державний університет, 2021. 221 с.

Допоміжні

1. 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
2. Колечкіна І., Рижкова Т. Фізика. Механіка : навчально-методичний посібник. Полтава : ПДМУ, ННЦПГ, 2022. 139 с. URL: <http://repository.pdmu.edu.ua/handle/123456789/19460>
3. Краснобокий Ю.М., Підгорний О.В., Ткаченко І.А. Основи фізики з елементами біофізики: навчальний посібник. Бровари : АНФ ГРУП, 2020. 356 с.
4. Посудін Ю.І. Біофізика і методи аналізу навколишнього середовища : підручник. К. : 2011. 331 с.
5. 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%201_%202020.pdf

6. Antonets, A., Arendarenko, V., Ivanov, O., Dudnikov, I., & Liashenko, S. (2025). Development of an analytical model of the controlled movement of grain material on the bulk shelves of a loading-gravity-cascade unit. *Technology Audit and Production Reserves*, 3(1(83), 13–19. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.330574>

7. Koval'chuk, S., Goryk, O., Antonets, A. (2023). Exact Analytical Solution of the Pure Bending Problem of a Multilayer Wedge-Shaped Console. In: , et al. *Advances in Mechanical and Power Engineering . CAMPE 2021. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. pp 178–187 URL:https://doi.org/10.1007/978-3-031-18487-1_18

8. Koval'chuk S.B., Goryk O.V., Antonets A.V. The problem of plane bending a direct composite beam of arbitrary cross-section and the prerequisites for its approximate analytical solution. *IOP Conference Series: Materials Science*. 2021. 1164 (1), 012025. doi:10.1088/1757-899X/1164/1/012025 URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1164/1/012025/pdf>.

Інформаційні ресурси

1. Біофізика: електронний навчальний курс для спеціальності Садово-паркове господарство : сайт системи дистанційного навчання Moodle ПДАУ. URL: <https://moodle.pdau.edu.ua/>.

2. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського : сайт. URL: <http://www.nbuv.gov.ua>.

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

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

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

6. Положення про освітню діяльність : сайт ПДАУ. URL: <https://www.pdau.edu.ua/content/plozhennya-pro-osvitnyu-diyalnist> .