

ЗАТВЕРДЖЕНО
 Заступник директора з навчально-методичної роботи ЗНУ «ДПТК»
 Сергій ІВАНДІЄНКО
 «28» серпня 2026 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ФІЗИКА»

Рівень освіти: Фахова передвища освіта (ОПС «Фаховий молодший бакалавр»)
 Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво
 Спеціальність: G4 — Енерговиробництво
 Спеціалізація: G4.02 — Теплоенергетика
 Освітньо-професійна програма: «Експлуатація теплотехнічного і теплотехнологічного устаткування і систем теплопостачання»
 Код освітнього компонента за навчальним планом: ОК 6

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Детальна характеристика дисципліни
Кількість кредитів ЄКТС	4 кредити
Загальна кількість годин	120 годин
Рік підготовки (курс)	I курс
Семестри викладання	1 семестр
Аудиторні години (лекції)	42 години (1 семестр: 42 год.)
Аудиторні години (практичні)	30 годин (1 семестр: 30 год.)
Аудиторні години (лабораторні)	Навчальним планом не передбачено
Самостійна робота здобувача освіти (СРС)	48 годин (1 семестр: 48 год.)
Підготовка до проходження контрольних заходів	Навчальним планом не передбачено (0 годин)
Тижневе навантаження	4 години на тиждень (18 тижнів)
Форма підсумкового контролю	Диференційований залік (1 семестр)

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Мета: формування у здобувачів фахової передвищої освіти цілісної системи фундаментальних природничо-наукових знань про будову та закономірності руху матерії, а також умінь застосовувати фізичні закони, моделі й методи вимірювання для розв'язання типових спеціалізованих задач теплоенергетики — виробництва, транспортування, обліку та споживання теплової енергії. Дисципліна є базовою природничо-науковою підготовкою, що створює безпосереднє теоретичне підґрунтя для опанування теоретичних основ теплотехніки та термодинаміки, гідравліки, електротехніки, котельних установок, теплопостачання і теплових мереж, енергоаудиту та відновлюваних джерел енергії.

Основні завдання:

- Сформувати системне уявлення про фізичну картину світу, ієрархію фізичних теорій та межі їх застосування, місце фізики у загальній системі знань про природу, техніку і технології.
- Забезпечити засвоєння основних законів механіки, молекулярної фізики і термодинаміки, електрики та магнетизму, коливань і хвиль, оптики, атомної та ядерної фізики на рівні, достатньому для розв'язання типових спеціалізованих задач теплоенергетики.
- Закласти фундамент термодинаміки й теплопередачі як безпосередню основу подальших фахових розрахунків: теплового балансу, ККД котлоагрегата, тепловтрат трубопроводів, теплоізоляції та енергоефективності будівель.
- Виробити навички розв'язування розрахункових задач із коректним використанням Міжнародної системи одиниць (СІ), оцінюванням похибок вимірювань та перевіркою розмірностей отриманих результатів.
- Навчити переносити фізичні моделі на реальні об'єкти теплоенергетики: тиск і витрату теплоносія, роботу насосів і вентиляторів, фазові переходи води й пари, теплове подовження трубопроводів, роботу приладів обліку теплової енергії.
- Сформувати культуру роботи з довідковими та нормативними джерелами фізико-технічної інформації, уміння критично оцінювати достовірність даних і уникати псевдонаукових тверджень, зокрема щодо «чудодійних» енергозберігальних пристроїв.
- Виховати відповідальне ставлення до безпеки праці на основі розуміння фізичної природи виробничих чинників: тиску й температури теплоносія, електричного струму, теплового випромінювання, шуму та вібрації.

3. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

3.1. Нормативні документи, на основі яких розроблена програма

- Закон України «Про освіту».
- Закон України «Про фахову передвищу освіту».
- Стандарт фахової передвищої освіти зі спеціальності 144 «Теплоенергетика» галузі знань 14 «Електрична інженерія» (освітньо-професійний ступінь — «фаховий молодший бакалавр»), затверджений наказом Міністерства освіти і науки України від 16.02.2022 № 185.
- Постанова Кабінету Міністрів України від 30.08.2024 № 1021 «Про внесення змін до переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої та фахової передвищої освіти» (щодо спеціальності G4 — Енерговиробництво, спеціалізація G4.02 — Теплоенергетика).
- Освітньо-професійна програма «Експлуатація теплотехнічного і теплотехнологічного устаткування і систем теплопостачання», затверджена на засіданні педагогічної ради ЗПО «Дніпровський професійний технологічний коледж» (протокол № 10 від 01.06.2026), уведена в дію наказом № 372-а від 13.07.2026 з 01.09.2026.
- Навчальний план підготовки фахового молодшого бакалавра за зазначеною ОПП (150 кредитів ЄКТС), ухвалений на засіданні методичної комісії енергетичного та електротехнічного профілю (протокол № 15 від 07.07.2026).
- Положення про організацію освітнього процесу в закладі освіти.
- Розпорядження Кабінету Міністрів України № 366-р від 14.04.2021 «Про схвалення Національної стратегії із створення безбар'єрного простору в Україні на період до 2030 року».

3.2. Вимоги до кандидатів на підготовку

- Освітній рівень: наявність повної загальної середньої освіти або освітньо-кваліфікаційного рівня «Спеціаліст» (до 01.01.2026 — «Кваліфікований робітник») із здобутою повною загальною середньою освітою.
- Категорія здобувачів: особи віком 18–22 роки, а також ветерани та учасники бойових дій, які навчаються в інтегрованих групах.
- Спеціальні вимоги: володіння математичним апаратом у межах курсу загальної середньої освіти (алгебраїчні перетворення, робота з функціями та графіками, елементи тригонометрії), готовність до систематичного розв'язування розрахункових задач, дотримання принципів академічної доброчесності та правил безпеки під час роботи з вимірювальним обладнанням.

3.3. Етапи підготовки

Підготовка здійснюється протягом одного (першого) семестру та поділяється на такі етапи відповідно до структурно-логічної схеми ОПП:

- Етап I (Модулі 1–2): класична механіка та термодинаміка. Кінематика, динаміка, закони збереження, статика, механіка деформівного тіла, тиск і закони гідростатики; молекулярно-кінетична теорія, закони термодинаміки, теплові двигуни, теплопередача, фазові переходи та властивості водяної пари. Проекція на роботу насосів і трубопроводів, тепловий баланс, ККД котлоагрегата, тепловтрати й теплоізоляцію. Завершується Модульним контролем № 1.
- Етап II (Модулі 3–5): електромагнетизм, коливання і хвилі, оптика, атомна та ядерна фізика. Електричне поле, постійний і змінний струм, магнітне поле, електромагнітна індукція; вібрації та гідроудар, ультразвук, теплове й інфрачервоне випромінювання, іонізуюче випромінювання. Проекція на електроприводи насосів, електронагрівальні прилади, датчики температури й тиску, ультразвукові тепловілічильники, тепловізійне обстеження та неруйнівний контроль трубопроводів. Завершується Модульним контролем № 2.

Вивчення дисципліни завершується складанням диференційованого заліку.

3.4. Кваліфікаційні вимоги до здобувачів, які пройшли підготовку з дисципліни

Успішне проходження підготовки передбачає, що здобувач набув природничо-наукового підґрунтя, необхідного для опанування загальнопрофесійних і спеціальних освітніх компонентів ОПП «Експлуатація теплотехнічного і теплотехнологічного устаткування і систем теплопостачання».

Здобувач повинен ЗНАТИ:

- Основні поняття, величини та одиниці Міжнародної системи одиниць (СИ); методи вимірювань і види похибок.
- Закони кінематики, динаміки та статички, закони збереження імпульсу й енергії; поняття роботи, потужності та ККД; закони гідростатики та рівняння нерозривності потоку.
- Види деформацій, поняття механічного напруження, закон Гука; закономірності теплового розширення матеріалів.
- Основні положення молекулярно-кінетичної теорії, газові закони, перший і другий закони термодинаміки, принцип дії теплових двигунів і теплових насосів, механізми теплопередачі, закономірності випаровування, кипіння та конденсації, властивості водяної пари й вологого повітря.

- Закони електростатики та постійного струму, закон Джоуля—Ленца, закони магнітного поля та електромагнітної індукції, принципи дії електродвигуна й трансформатора.
- Характеристики механічних та електромагнітних коливань і хвиль, умови виникнення резонансу, властивості ультразвуку, основні явища хвильової та квантової оптики, закони теплового випромінювання, шкалу електромагнітних хвиль.
- Будову атома та атомного ядра, природу рентгенівського і гамма-випромінювання, закон радіоактивного розпаду, основи ядерної енергетики, поняття дози опромінення та принципи радіаційного захисту.

Здобувач повинен ВМІТИ:

- Розв'язувати типові розрахункові задачі з усіх розділів курсу, обґрунтовувати вибір фізичної моделі та перевіряти результат за розмірністю й порядком величини.
- Виконувати прямі та непрямі вимірювання фізичних величин, опрацьовувати результати, оцінювати похибки, будувати й аналізувати графіки залежностей.
- Складати й розв'язувати рівняння теплового балансу, обчислювати кількість теплоти при нагріванні, плавленні, пароутворенні та конденсації, визначати ККД теплових установок.
- Виконувати розрахунки тиску, витрати та швидкості теплоносія, потужності насоса; оцінювати тепловтрати через огорожувальні конструкції та ізоляцію трубопроводів.
- Розраховувати теплове подовження трубопроводів і обґрунтовувати необхідність компенсаторів; оцінювати температурні напруження в заземлених елементах.
- Розраховувати параметри електричних кіл, потужність електронагрівальних приладів та електроприводів, коефіцієнт трансформації; пояснювати принцип дії термодар, термоопорів і датчиків тиску.
- Пояснювати фізичні основи ультразвукових та електромагнітних лічильників теплової енергії, тепловізійного обстеження та неруйнівного контролю зварних стиків трубопроводів.
- Користуватися довідковою літературою, таблицями фізичних величин і теплофізичних властивостей теплоносіїв та матеріалів, коректно посилатися на них.

Здобувач повинен ВОЛОДІТИ:

- Науковим стилем мислення: умінням відрізняти експериментальний факт від гіпотези та інтерпретації, критично оцінювати достовірність технічної інформації та рекламних заяв про енергозберігальні пристрої.
- Навичками кількісного аналізу: оцінювання порядку величин, коректного округлення, роботи з одиницями та розмірностями.
- Розумінням фізичної природи виробничих небезпек і відповідальним ставленням до вимог охорони праці на теплоенергетичних об'єктах.
- Готовністю до неперервного навчання (lifelong learning) та подальшого опанування спеціальних дисциплін теплоенергетики.

4. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Вивчення дисципліни «Фізика» спрямоване на формування природничо-наукового фундаменту професійної підготовки фахового молодшого бакалавра з теплоенергетики. Перелік компетентностей і програмних результатів навчання визначено відповідно до матриць відповідності освітньо-професійної програми «Експлуатація теплотехнічного і

теплотехнологічного устаткування і систем теплопостачання» для освітнього компонента ОК 6.

4.1. Загальні компетентності (ЗК), що формуються дисципліною

- ЗК 3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (зокрема володіння українською науково-технічною термінологією, уміння усно й письмово викласти й обґрунтувати результат фізичного розрахунку).

4.2. Спеціальні (фахові) компетентності (СК), що формуються дисципліною

- СК 1. Здатність застосовувати типові методи для розв'язування професійних, технічних і практичних завдань в галузі теплоенергетики, ефективні методи математики, фізики, технічних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення.
- СК 3. Здатність володіти теоріями та методами електричної інженерії для вирішення технічних завдань в енергетичній галузі.
- СК 8. Здатність описувати та класифікувати певне коло технічних об'єктів і процесів, що ґрунтується на базових знаннях і розумінні основних технічних теорій та практик, а також суміжних наук.

4.3. Специфічні (додаткові) компетентності з дисципліни

- Природничо-наукова компетентність: здатність пояснювати технічні явища і процеси теплоенергетики мовою фізичних законів та моделей, усвідомлювати межі застосовності цих моделей.
- Експериментально-вимірювальна компетентність: здатність планувати й виконувати вимірювання фізичних величин, опрацьовувати результати, оцінювати похибки та подавати дані у формі таблиць і графіків.
- Розрахунково-аналітична компетентність: здатність будувати спрощену фізичну модель теплоенергетичного об'єкта або процесу, доводити її до числового результату та інтерпретувати цей результат у технічних термінах.

4.4. Програмні результати навчання (РН)

- РН 1. Застосовувати методи електричної інженерії на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньо-професійної програми.
- РН 2. Інтерпретувати результати виконаних розрахунків.
- РН 16. Знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика», на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, у тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки у сфері теплоенергетики.

4.5. Матриця відповідності програмних результатів навчання компетентностям

Програмні результати навчання (РН) / Компетентності	ЗК 3	СК 1	СК 3	СК 8
РН 1. Застосовувати методи електричної інженерії на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньо-професійної програми.		+	+	
РН 2. Інтерпретувати результати виконаних розрахунків.	+	+		+

Програмні результати навчання (РН) / Компетентності	ЗК 3	СК 1	СК 3	СК 8
РН 16. Знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика», на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.	+	+	+	+

5. НАВЧАЛЬНИЙ ПЛАН КУРСУ

5.1. Розрахунок навчального часу

Вид навчальної роботи	Кількість годин	% від загального обсягу
УСЬОГО за курсом (4 кредити ЄКТС)	120	100 %
Аудиторні заняття (всього)	72	60 %
з них: лекції	42	35 %
з них: практичні заняття	30	25 %
Самостійна робота здобувача освіти (СРС)	48	40 %
Підготовка до проходження контрольних заходів	0	0 %

Примітка: навчальним планом години на проходження контрольних заходів для дисципліни «Фізика» не передбачені, оскільки формою підсумкового контролю є диференційований залік, який виставляється за результатами поточного та модульного контролю і підсумкового залікового заняття в межах аудиторного навантаження.

5.2. Розподіл навчальних годин за модулями (викладання по 2 години — парно)

№	Назва модуля, тем та видів навчальної роботи	Всього годин	Лекції (год)	Практичні (год)	Самост. робота (год)
	РАЗОМ ЗА КУРС (4 кредити ЄКТС)	120	42	30	48
I	Модуль I. Механіка та основи гідростатики	30	10	8	12
1.1	Лекція 1. Фізика як наука. Фізичні величини, СІ, вимірювання та похибки. СР: Роль фізики у розвитку теплоенергетики та енергозбереження.	4	2	—	2
1.2	Лекція 2. Кінематика та динаміка. Закони Ньютона. Сили в механіці. Практичне заняття 1. Задачі з кінематики й динаміки. Рух тіла під дією кількох сил. СР: Тертя в підшипниках насосів і вентиляторів; роль мащення.	7	2	2	3
1.3	Лекція 3. Закони збереження імпульсу та енергії. Робота, потужність, ККД. Практичне заняття 2. Розрахунок роботи, потужності та ККД насосної установки.	7	2	2	3

№	Назва модуля, тем та видів навчальної роботи	Всього годин	Лекції (год)	Практичні (год)	Самост. робота (год)
	СР: Енергетичний баланс насосного та вентиляційного обладнання.				
1.4	Лекція 4. Тиск. Основи гідростатики та гідродинаміки. Рівняння нерозривності. Практичне заняття 3. Розрахунок тиску, напору та витрати теплоносія в трубопроводі. СР: Манометри, датчики тиску та розширювальні баки систем опалення.	7	2	2	3
1.5	Лекція 5. Механіка деформівного тіла. Напруження, закон Гука, границя міцності. Практичне заняття 4. Розрахунок напружень у стінці трубопроводу під внутрішнім тиском. СР: Опори та кріплення трубопроводів; умови рівноваги конструкції.	5	2	2	1
II	Модуль II. Молекулярна фізика і термодинаміка	40	14	10	16
2.1	Лекція 6. Основи МКТ. Ідеальний газ. Газові закони. Рівняння стану. Практичне заняття 5. Газові закони. Розрахунок параметрів газоподібного палива та повітря. СР: Природний газ як паливо: склад, теплота згоряння, умови зберігання.	7	2	2	3
2.2	Лекція 7. Внутрішня енергія. Кількість теплоти. Теплоємність. Перший закон термодинаміки. Практичне заняття 6. Рівняння теплового балансу. Розрахунок кількості теплоти. СР: Питома теплоємність води й теплоносіїв; чому вода — основний теплоносіє.	7	2	2	3
2.3	Лекція 8. Другий закон термодинаміки. Теплові двигуни. Цикл Карно. Тепловий насос. Практичне заняття 7. Розрахунок ККД теплового двигуна та коефіцієнта перетворення теплового насоса. СР: Термодинамічні основи когенерації та теплонасосних технологій.	7	2	2	3
2.4	Лекція 9. Теплопередача: теплопровідність, конвекція, випромінювання. Термічний опір. Практичне заняття 8. Розрахунок тепловтрат через огорожувальну конструкцію та ізолюваний трубопровід. СР: Теплоізоляційні матеріали: коефіцієнт теплопровідності й товщина шару.	7	2	2	3

№	Назва модуля, тем та видів навчальної роботи	Всього годин	Лекції (год)	Практичні (год)	Самост. робота (год)
2.5	Лекція 10. Фазові переходи. Пароутворення, кипіння, конденсація. Властивості водяної пари. СР: Насичена і перегріта пара; параметри пари в котельних установках.	4	2	—	2
2.6	Лекція 11. Вологість повітря. Теплове розширення тіл. Практичне заняття 9. Розрахунок теплового подовження трубопроводу та підбір компенсатора. СР: Вологість повітря і мікроклімат приміщень; конденсат у димових трактах.	5	2	2	1
2.7	Лекція 12. Горіння як фізико-хімічний процес. Теплота згоряння палива. Тепловий баланс котлоагрегата. СР: Види палива та їх теплотворна здатність; втрати теплоти з відхідними газами.	3	2	—	1
III	Модуль III. Електрика і магнетизм	28	10	6	12
3.1	Лекція 13. Електричне поле. Заряд, напруженість, потенціал. Ємність. Провідники і діелектрики. СР: Статична електрика та заземлення на теплоенергетичних об'єктах.	4	2	—	2
3.2	Лекція 14. Постійний струм. Закон Ома. Опір. Закон Джоуля—Ленца. Практичне заняття 10. Розрахунок електричних кіл та потужності електронагрівальних приладів. СР: Електрокотли й ТЕНи: фізичні основи та енергетична ефективність.	7	2	2	3
3.3	Лекція 15. Струм у різних середовищах. Термоелектричні явища. Датчики температури. Практичне заняття 11. Задачі на термопари та термоопори. Опрацювання градувальних характеристик. СР: Прилади вимірювання температури в котельні: термопари, термоопори, манометричні термометри.	7	2	2	3
3.4	Лекція 16. Магнітне поле. Електромагнітна індукція. Принцип дії електродвигуна. СР: Електроприводи насосів і димососів; енергоефективність частотного регулювання.	4	2	—	2
3.5	Лекція 17. Змінний струм. Трансформатор. Передавання електроенергії. Електробезпека.	6	2	2	2

№	Назва модуля, тем та видів навчальної роботи	Всього годин	Лекції (год)	Практичні (год)	Самост. робота (год)
	Практичне заняття 12. Розрахунок трансформатора та потужності електроприводу. СР: Електромагнітні витратоміри теплоносія: фізичний принцип дії.				
IV	Модуль IV. Коливання, хвилі та оптика	13	4	4	5
4.1	Лекція 18. Механічні та електромагнітні коливання. Резонанс. Хвилі. Звук і ультразвук. Практичне заняття 13. Розрахунок періоду, частоти й довжини хвилі. Задачі з ультразвукового обліку теплоносія. СР: Вібрація насосів і гідравлічний удар у теплових мережах: причини та запобігання.	7	2	2	3
4.2	Лекція 19. Шкала електромагнітних хвиль. Теплове випромінювання. Хвильова та квантова оптика. Практичне заняття 14. Задачі на теплове випромінювання та фотоефект. Опрацювання термограми. СР: Тепловізійне обстеження будівель і теплотрас: фізичні основи та можливості методу.	6	2	2	2
V	Модуль V. Атомна та ядерна фізика	9	4	2	3
5.1	Лекція 20. Будова атома. Спектри. Спектральний аналіз. Рентгенівське випромінювання. СР: Аналіз складу димових газів та якості води: фізичні методи.	4	2	—	2
5.2	Лекція 21. Будова ядра. Радіоактивність. Ядерна енергетика. Дози та радіаційний захист. Сучасна фізична картина світу. Практичне заняття 15. Задачі на закон радіоактивного розпаду й дозиметрію. Підсумкове узагальнювальне заняття. СР: Радіографічний контроль зварних стиків трубопроводів теплових мереж.	5	2	2	1

5.3. Самостійна робота здобувачів освіти (СРС)

Самостійна робота здобувачів освіти (загальним обсягом 48 годин) забезпечує поглиблене опрацювання теоретичного матеріалу, формування навичок розв'язування розрахункових задач та здатності переносити фізичні моделі на реальні процеси виробництва, транспортування й споживання теплової енергії.

Напрями самостійної роботи	Кількість годин	Форма контролю
1. Опрацювання теоретичного матеріалу та робота з довідковими джерелами • Доопрацювання конспекту лекцій, складання опорних схем і таблиць фізичних величин. • Робота з таблицями теплофізичних властивостей води, пари, повітря та теплоізоляційних матеріалів. • Укладання глосарію фізичних термінів професійного спрямування.	12	Перевірка конспектів і опорних схем, усне опитування на практичних заняттях.
2. Розв'язування задач професійного спрямування • Індивідуальні домашні завдання з механіки, термодинаміки та електромагнетизму. • Задачі з виробничим змістом: тепловий баланс, ККД, тепловтрати, теплове подовження, потужність насоса.	12	Перевірка індивідуальних розрахункових завдань, захист розв'язків біля дошки.
3. Підготовка навчальних проєктів і повідомлень «Фізика у теплоенергетиці» • Підготовка реферату або мультимедійної презентації за обраною темою. • Аналіз фізичних основ одного з процесів генерації, транспортування чи обліку теплової енергії.	12	Захист презентації або реферату на занятті, перевірка на академічний плагіат.
4. Підготовка до контрольних заходів • Систематизація матеріалу за модулями, робота з переліком питань до заліку. • Тренувальне тестування в системі дистанційного навчання.	12	Модульне тестування (в LMS), результати диференційованого заліку.
РАЗОМ	48	

6. ПРОГРАМА КУРСУ

Модуль 1. Механіка та основи гідростатики

Тема 1.1. Фізика як наука. Фізичні величини, СІ, вимірювання та похибки. Предмет і методи фізики. Фізичне явище, гіпотеза, модель, закон, теорія. Межі застосовності фізичних теорій. Фізичні величини: скалярні та векторні. Міжнародна система одиниць (СІ): основні та похідні одиниці, кратні й частинні префікси; одиниці енергії, потужності, тиску й температури, що застосовуються в теплоенергетиці. Пряме та непряме вимірювання. Похибки вимірювань: абсолютна, відносна, систематична, випадкова. Правила округлення та значущі цифри. Місце фізики у системі підготовки фахівця з теплоенергетики.

Тема 1.2. Кінематика та динаміка. Закони Ньютона. Сили в механіці. Механічний рух, система відліку, матеріальна точка. Рівномірний і рівноприскорений рух. Графіки залежностей. Рух по колу: кутова швидкість, період, частота, доцентрове прискорення. Закони Ньютона. Сила тяжіння, вага тіла. Сила пружності. Сили тертя та коефіцієнт тертя. Рух зв'язаних тіл. Застосування законів динаміки до аналізу роботи насосів, вентиляторів і димососів; тертя в підшипниках та роль мащення.

Тема 1.3. Закони збереження імпульсу та енергії. Робота, потужність, ККД. Імпульс тіла та імпульс сили. Закон збереження імпульсу. Механічна робота. Потужність. Кінетична та потенціальна енергія. Закон збереження і перетворення енергії. Коефіцієнт корисної дії.

Розрахунок корисної та споживаної потужності насосної установки; енергетичний баланс насосного й вентиляційного обладнання.

Тема 1.4. Тиск. Основи гідростатики та гідродинаміки. Тиск і одиниці його вимірювання. Закон Паскаля. Гідростатичний тиск. Сполучені посудини. Атмосферний тиск. Абсолютний, надлишковий та вакуумметричний тиск. Закон Архімеда. Стаціонарний потік рідини, витрата, рівняння нерозривності. Поняття напору та втрат напору. В'язкість. Ламінарний і турбулентний режими течії. Манометри та датчики тиску; розширювальні баки й підтримання тиску в системах опалення.

Тема 1.5. Механіка деформівного твердого тіла. Види деформацій: розтяг, стиск, зсув, згин, кручення. Механічне напруження. Відносна деформація. Закон Гука. Модуль Юнга. Діаграма розтягу: границя пружності, границя текучості, границя міцності. Запас міцності. Напруження в стінці трубопроводу під внутрішнім тиском. Умови рівноваги та розрахунок опор і кріплень трубопроводів теплових мереж.

Модуль 2. Молекулярна фізика і термодинаміка

Тема 2.1. Основи молекулярно-кінетичної теорії. Ідеальний газ. Основні положення МКТ та їх дослідні обґрунтування. Маса й розміри молекул, кількість речовини, стала Авогадро. Ідеальний газ як фізична модель. Основне рівняння МКТ. Температура як міра середньої кінетичної енергії молекул. Абсолютна шкала температур. Ізопроееси та газові закони. Рівняння стану ідеального газу. Застосування до розрахунку параметрів природного газу та повітря для горіння.

Тема 2.2. Внутрішня енергія. Кількість теплоти. Перший закон термодинаміки. Внутрішня енергія тіла та способи її зміни. Кількість теплоти. Питома теплоємність речовини; теплоємність при сталому тиску та сталому об'ємі. Рівняння теплового балансу. Робота газу. Перший закон термодинаміки та його застосування до ізопроеесів. Адіабатний процес. Теплофізичні властивості води як основного теплоносія.

Тема 2.3. Другий закон термодинаміки. Теплові двигуни. Тепловий насос. Оборотні та необоротні процеси. Другий закон термодинаміки, поняття про ентропію. Принцип дії теплового двигуна. Цикл Карно та максимальний ККД. Паросилова установка (оглядово). Холодильна машина й тепловий насос: коефіцієнт перетворення. Термодинамічні основи когенерації та теплонасосних технологій.

Тема 2.4. Теплопередача. Термічний опір. Механізми передавання теплоти: теплопровідність, конвекція, теплове випромінювання. Коефіцієнт теплопровідності. Закон Фур'є (у спрощеній формі). Теплопередача через плоску та циліндричну стінку. Термічний опір і коефіцієнт теплопередачі. Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівель та ізольовані трубопроводи. Теплоізоляційні матеріали й обґрунтування товщини ізоляційного шару. Принцип дії теплообмінних апаратів.

Тема 2.5. Фазові переходи. Властивості водяної пари. Плавлення і тверднення: питома теплота плавлення. Пароутворення: випаровування та кипіння. Питома теплота пароутворення. Залежність температури кипіння від тиску. Насичена та перегріта пара. Конденсація й повернення конденсату. Діаграми стану водяної пари (оглядове ознайомлення). Параметри пари в котельних установках і причини вимог до її якості.

Тема 2.6. Вологість повітря. Теплове розширення тіл. Абсолютна та відносна вологість повітря. Точка роси. Психрометр і гігрометр. Вологість повітря та мікроклімат приміщень; конденсатоутворення в димових трактах і на поверхнях. Теплове розширення твердих тіл: лінійне та об'ємне; коефіцієнт лінійного розширення. Теплове подовження

трубопроводів теплових мереж, температурні напруження в заземлених ділянках, призначення та типи компенсаторів.

Тема 2.7. Горіння як фізико-хімічний процес. Тепловий баланс котлоагрегата. Паливо та його види. Нижча і вища теплота згоряння. Умови повного та неповного згоряння, надлишок повітря. Температура горіння. Тепловий баланс котлоагрегата: корисно використана теплота та основні види втрат (з відхідними газами, від хімічного та механічного недопалу, в навколишнє середовище). Поняття ККД котла та шляхи його підвищення.

Модуль 3. Електрика і магнетизм

Тема 3.1. Електричне поле. Електричний заряд, його дискретність, закон збереження заряду. Закон Кулона. Електричне поле та його напруженість. Робота поля, потенціал і різниця потенціалів. Провідники та діелектрики в електричному полі. Електроємність. Конденсатори. Енергія електричного поля. Статична електрика на теплоенергетичних об'єктах, заземлення та захист від електростатичних розрядів.

Тема 3.2. Постійний електричний струм. Умови існування струму. Сила струму, напруга. Закон Ома для ділянки кола. Опір провідника, питомий опір, залежність опору від температури. Послідовне та паралельне з'єднання провідників. Електрорушійна сила. Закон Ома для повного кола. Робота й потужність струму. Закон Джоуля—Ленца. Фізичні основи роботи електронагрівальних приладів, ТЕНів та електрокотлів; порівняння енергетичної ефективності способів отримання теплоти.

Тема 3.3. Струм у різних середовищах. Термоелектричні явища. Датчики температури. Електропровідність металів, електролітів, газів і напівпровідників. Електроліз. Явище Зеебека та термоелектрорушійна сила. Термопара: принцип дії, градувальні характеристики, типи. Термометри опору (термоопори) та терморезистори. Манометричні термометри. Похибки вимірювання температури та правила встановлення первинних перетворювачів у котельні й на тепловому пункті.

Тема 3.4. Магнітне поле. Електромагнітна індукція. Магнітне поле струму. Магнітна індукція та магнітний потік. Сила Ампера і сила Лоренца. Магнітні властивості речовин. Досліди Фарадея. Закон електромагнітної індукції. Правило Ленца. Вихрові струми. Самоіндукція та індуктивність. Принцип дії електродвигуна й генератора. Електроприводи насосів і димососів; фізична основа енергозбереження при частотному регулюванні.

Тема 3.5. Змінний струм. Трансформатор. Електробезпека. Отримання змінного струму. Діюче значення сили струму та напруги. Активний, індуктивний та ємнісний опори. Трифазний струм. Асинхронний двигун. Трансформатор: будова, принцип дії, коефіцієнт трансформації, ККД. Передавання та розподіл електроенергії. Електромагнітні витратоміри теплоносія: фізичний принцип дії. Дія електричного струму на організм людини та основи електробезпеки.

Модуль 4. Коливання, хвилі та оптика

Тема 4.1. Механічні та електромагнітні коливання. Хвилі. Ультразвук. Гармонічні коливання: амплітуда, період, частота, фаза. Вільні, згасаючі та вимушені коливання. Резонанс і його прояви в техніці. Коливальний контур. Механічні хвилі: поздовжні та поперечні; довжина хвилі, швидкість поширення. Звук та його характеристики; шум на виробництві. Ультразвук. Вібрація насосів і вентиляторів, причини та способи віброгасіння. Гідравлічний удар у теплових мережах: фізична природа та запобігання. Ультразвукові витратоміри й теплотічильники: принцип дії.

Тема 4.2. Електромагнітні хвилі. Теплове випромінювання. Хвильова та квантова оптика. Електромагнітне поле й електромагнітні хвилі. Шкала електромагнітних хвиль. Теплове випромінювання: закон Стефана—Больцмана, закон зміщення Віна, ступінь чорноти поверхні. Інфрачервоне випромінювання. Закони відбивання та заломлення світла. Інтерференція, дифракція, поляризація. Квантові властивості світла: фотон, фотоефект. Фізичні основи пірометрії та тепловізійного обстеження будівель і теплотрас; читання й інтерпретація термограм.

Модуль 5. Атомна та ядерна фізика

Тема 5.1. Будова атома. Спектри. Рентгенівське випромінювання. Досліди Резерфорда та ядерна модель атома. Квантові постулати Бора. Енергетичні рівні атома. Спектри випускання й поглинання. Спектральний аналіз та його застосування для контролю складу димових газів і якості води. Рентгенівське випромінювання: одержання, властивості та застосування в дефектоскопії.

Тема 5.2. Фізика атомного ядра. Ядерна енергетика. Радіаційна безпека. Склад атомного ядра. Ядерні сили та енергія зв'язку. Радіоактивність: альфа-, бета- та гамма-випромінювання. Закон радіоактивного розпаду, період напіврозпаду. Ядерні реакції, поділ важких ядер, ланцюгова реакція. Принцип роботи ядерного реактора та АЕС (оглядово); місце атомної енергетики в енергетичному балансі України. Термоядерний синтез. Дози опромінення та принципи радіаційного захисту. Радіографічний контроль зварних стиків трубопроводів. Сучасна фізична картина світу.

7. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

Забезпечення дисципліни складається з друкованих та електронних матеріалів, що охоплюють усі п'ять модулів курсу:

- Електронний конспект лекцій з дисципліни «Фізика» для спеціальності G4 — Енерговиробництво (ОПП «Експлуатація теплотехнічного і теплотехнологічного устаткування і систем теплопостачання»), укладений у форматі коротких тематичних блоків.
- Збірник задач професійного спрямування «Фізика у теплоенергетиці» з методичними вказівками до розв'язування.
- Методичні рекомендації до виконання практичних занять (15 занять) із зразками оформлення розрахунків та оцінювання похибок.
- Методичні рекомендації до самостійної роботи здобувачів освіти з переліком індивідуальних завдань і тем повідомлень.
- Довідкові матеріали: таблиці фізичних величин, теплофізичних і механічних властивостей конструкційних матеріалів, шкала електромагнітних хвиль, таблиці теплопровідності матеріалів.
- Глосарій фізичних термінів професійного спрямування (українською та англійською мовами).
- Банк тестових завдань для модульного контролю та тренувального самоконтролю, розміщений у системі дистанційного навчання.
- Мультимедійні презентації, відеодемонстрації фізичних дослідів і технологічних процесів (робота котлоагрегата, теплообмінника, теплового насоса, тепловізійне обстеження).
- Перелік питань і типових задач до диференційованого заліку, затверджений методичною комісією.

8. ВІДОМОСТІ ПРО ВИКЛАДАЦЬКИЙ СКЛАД

Викладання дисципліни здійснюється викладачами, які відповідають таким кваліфікаційним вимогам:

- Освіта: повна вища освіта (ступінь магістра або спеціаліста) за спеціальністю «Фізика», «Середня освіта (Фізика)», «Прикладна фізика та наноматеріали» або за суміжною інженерно-технічною спеціальністю за умови наявності права викладання фізики.
- Кваліфікація: вища або перша кваліфікаційна категорія; бажаною є наявність педагогічного звання.
- Спеціальна підготовка: періодичне підвищення кваліфікації з методики викладання природничих дисциплін та з питань академічної доброчесності. Обізнаність із методами андрагогіки (навчання дорослих) і володіння основами trauma-informed pedagogy (педагогіки, обізнаної з травмою) для забезпечення безпечної взаємодії з усіма категоріями здобувачів освіти, зокрема з ветеранами та особами, які постраждали від наслідків воєнних дій.
- Профільна обізнаність: розуміння специфіки теплоенергетики та систем теплопостачання, що дозволяє добирати задачі та приклади професійного спрямування у співпраці з викладачами спеціальних дисциплін.
- Цифрові навички: володіння інструментами дистанційного навчання (Google Workspace, Google Classroom, Moodle, Zoom/Teams), засобами комп'ютерного моделювання фізичних процесів та віртуальними лабораторіями для забезпечення синхронного й асинхронного доступу до матеріалів.
- Охорона праці: проходження інструктажів і володіння правилами безпеки під час демонстраційних дослідів з електричними колами та вимірювальними приладами.

9. ФОРМИ ДОКУМЕНТІВ

Організація, контроль та облік освітнього процесу за даним курсом супроводжується такими документами:

1. Силабус навчальної дисципліни (надається здобувачам на першому занятті; містить політику курсу, дедлайни та критерії оцінювання).
2. Журнал обліку навчальних занять (в електронній формі).
3. Індивідуальний навчальний план здобувачів освіти (для осіб, які навчаються за гнучким або індивідуальним графіком, зокрема тих, хто проходить лікування чи реабілітацію).
4. Відомість обліку поточної та підсумкової успішності (залікова відомість).
5. Завдання (білети) до диференційованого заліку, затверджені методичною комісією; містять теоретичне питання, типову розрахункову задачу та професійно орієнтоване завдання.
6. Комплекти завдань модульного контролю № 1 і № 2.
7. Рубрикатор (матриця) оцінювання з чіткими критеріями нарахування балів за поточну роботу, СРС та підсумковий контроль у 100-бальній шкалі з переведенням у шкалу ЄКТС.

10. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ТА КРИТЕРІЇ НАРАХУВАННЯ БАЛІВ

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти здійснюється за наскрізною 100-бальною системою протягом усього курсу. Система розроблена відповідно до вимог організації освітнього процесу та враховує специфіку підготовки фахівців з

теплоенергетики, зокрема застосування trauma-informed (обізнаного з травмою) підходу під час роботи з ветеранами та особами, які постраждали від наслідків воєнних дій.

Підсумкова оцінка є сумою балів, набраних за поточну роботу в першій половині курсу (макс. 35 балів), поточну роботу в другій половині курсу (макс. 35 балів) та за підсумкове залікове заняття — диференційований залік (макс. 30 балів).

10.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Форма контролю	Період / Види навчальної роботи	Макс. бал
Проміжний підсумок 1	1 СЕМЕСТР (Модулі 1, 2)	35
	Робота на практичних заняттях (оцінюються 9 занять по макс. 2 бали)	18
	Виконання самостійної роботи (індивідуальні розрахункові завдання, опорні схеми)	2
	Модульний контроль № 1 (тестування та задачі за модулями 1–2)	15
	<i>Умова успішного проходження першої половини курсу: набрати не менше 60 % (від 21 до 35 балів). Ці бали фіксуються і сумуються далі.</i>	
Проміжний підсумок 2	1 СЕМЕСТР (Модулі 3, 4, 5)	35
	Робота на практичних заняттях (оцінюються 6 занять по макс. 2 бали)	12
	Виконання самостійної роботи (навчальний проєкт / повідомлення, розрахункові завдання)	8
	Модульний контроль № 2 (тестування та задачі за модулями 3–5)	15
	<i>Допуск до диференційованого заліку: сума балів за всі 5 модулів (макс. 70) має становити не менше 42 балів.</i>	
Підсумок	ДИФЕРЕНЦІЙОВАНИЙ ЗАЛІК (підсумкове залікове заняття)	30
	Питання 1: Теоретичне (механіка, молекулярна фізика і термодинаміка)	10
	Питання 2: Типова розрахункова задача (електрика, магнетизм, колювання і хвилі, оптика, ядерна фізика)	10
	Питання 3: Професійно орієнтоване завдання (фізичне пояснення явища або процесу теплоенергетики)	10
	<i>Важливо: якщо на заліковому занятті здобувач набирає менше 18 балів, диференційований залік вважається нескладеним незалежно від поточних балів.</i>	
	РАЗОМ ЗА КУРС (підсумкова оцінка)	100

10.2. Рубрикатор оцінювання навчальної діяльності

10.2.1. Оцінювання роботи на практичних заняттях

Оцінюванню підлягають 15 практичних занять (9 у першій половині семестру та 6 у другій).

Кількість балів (за 1 заняття)	Дескриптор (критерії досягнення)
2 бали (високий рівень)	Здобувач самостійно розв'язує задачі заняття, правильно обирає фізичну модель і формули, коректно працює з одиницями СІ та розмірностями, перевіряє правдоподібність результату. Здатен пояснити фізичний зміст отриманої величини та пов'язати її з реальним процесом теплоенергетики.
1 бал (середній рівень)	Здобувач розв'язує задачі за зразком або з навідними запитаннями викладача. Допускає обчислювальні неточності чи помилки в переведенні одиниць. Фізичний зміст результату пояснює поверхнево.
0 балів (низький рівень)	Здобувач не підготовлений до заняття, не володіє базовими формулами теми, відмовляється виконувати завдання без поважних причин.
Траума-informed підхід (особлива умова)	Відмова здобувача-ветерана від усної відповіді біля дошки НЕ штрафується нулем балів. Викладач зобов'язаний замінити усний виступ письмовим розв'язанням задачі або індивідуальною консультацією. Пропуск заняття з поважної причини відпрацьовується асинхронно без втрати балів.

10.2.2. Оцінювання самостійної роботи (СРС)

Форми СРС: індивідуальні розрахункові завдання, опорні схеми та таблиці, реферат або мультимедійна презентація професійного спрямування.

Рівень виконання	Бали (Модулі 1–2, макс. 2)	Бали (Модулі 3–5, макс. 8)	Дескриптор (критерії досягнення)
Відмінно (90–100 %)	2	7–8	Завдання виконано самостійно й у повному обсязі, розв'язання логічно оформлені, одиниці й розмірності коректні. Матеріал повідомлення структурований, наведено посилання на джерела. Академічний плагіат відсутній.
Добре / задовільно (60–89 %)	1	5–6	Завдання виконано, проте наявні обчислювальні помилки або спрощене пояснення фізичного змісту. Оформлення джерел неповне. Робота здана з незначним порушенням строку.
Незадовільно (менше 60 %)	0	0–4	Завдання не виконано, виконано частково або містить академічний плагіат чи механічне копіювання чужих розв'язків без розуміння.

10.2.3. Оцінювання модульного контролю (максимум 15 балів за кожен)

Бали	Відсоток виконання	Критерії досягнення
14–15	90–100 %	Безпомилкове виконання тестових завдань і розрахункових задач, вільне володіння фізичною термінологією та символікою, правильне використання одиниць СІ.
11–13	75–89 %	Добре розуміння матеріалу модуля. Незначні помилки в складних задачах або в теоретичних формулюваннях.

Бали	Відсоток виконання	Критерії досягнення
9–10	60–74 %	Базовий рівень. Знання фрагментарні, задачі розв'язуються за зразком, але результат достатній для проходження контролю.
0–8	менше 60 %	Матеріал модуля не засвоєно. Здобувач плутає базові поняття, формули та одиниці вимірювання.

10.2.4. Оцінювання диференційованого заліку

Максимальна кількість балів — 30. Залікове завдання містить 3 питання, кожне з яких оцінюється окремо за шкалою від 0 до 10 балів. Важлива умова: якщо сума балів за залікове заняття становить менше 18 балів, диференційований залік вважається нескладеним незалежно від набраних протягом семестру поточних балів.

Бали (за 1 питання)	Рівень	Дескриптор (критерії досягнення)
9–10	Відмінно	Питання 1 (теорія): вичерпна, логічно побудована відповідь, правильні формулювання законів, розуміння меж їх застосування. Питання 2 (задача): розв'язок повний, обґрунтований, з перевіркою розмірності та оцінкою правдоподібності. Питання 3 (професійне завдання): здобувач самостійно пояснює технологічне явище мовою фізики, наводить кількісні оцінки та коректно пов'язує їх із практикою теплоенергетичного виробництва.
7–8	Добре	Питання 1 і 2: відповідь повна, але містить неточності у визначеннях або дрібні обчислювальні помилки, що не змінюють суті результату. Питання 3: пояснення правильне, проте шаблонне, без кількісних оцінок і глибокого аналізу.
5–6	Задовільно	Питання 1 і 2: знання фрагментарні, формули відтворюються неточно, задача розв'язується лише з підказками екзаменатора. Питання 3: явище описується на побутовому рівні, без застосування фізичних понять.
0–4	Незадовільно	Суть питання не розкрита. Здобувач не орієнтується в базових фізичних поняттях і одиницях вимірювання, не здатен розв'язати найпростішу задачу та пояснити виробничу ситуацію навіть за допомогою навідних запитань викладача.

10.2.5. Шкала переведення балів

Сума балів за 100-бальною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90–100	A	Відмінно
82–89	B	Добре
74–81	C	Добре
64–73	D	Задовільно
60–63	E	Задовільно
менше 60	FX / F	Незадовільно

11. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Вибір методів навчання для дисципліни «Фізика» базується на поєднанні класичних методик природничо-наукової підготовки, сучасних цифрових технологій та принципів інклюзивної освіти й андрагогіки. Наявність в інтегрованих навчальних групах здобувачів різного віку та життєвого досвіду вимагає гнучкості й обов'язкового застосування trauma-informed підходу. Усі приклади, задачі та демонстрації адаптовані під специфіку професійної підготовки фахівців з теплоенергетики та систем теплопостачання.

11.1. Словесні та наочні методи

- Проблемна лекція з елементами мікронавчання: теоретичний матеріал подається короткими блоками, між якими ставляться запитання, що вимагають прогнозування результату досліду або оцінки порядку величини.
- Демонстраційний експеримент: показ базових фізичних явищ (пружна деформація, теплове розширення, дія магнітного поля на провідник зі струмом, електромагнітна індукція, фотоэффект) із дотриманням правил безпеки.
- Візуалізація та моделювання: відеофрагменти технологічних процесів (робота котлоагрегата, теплообмінника й теплового насоса, тепловізійна зйомка), інтерактивні симуляції та віртуальні лабораторії.

11.2. Практично-орієнтовані методи (професійна спрямованість)

- Розв'язування задач з виробничим змістом: усі типові задачі супроводжуються професійною проєкцією — від розрахунку тепловтрат трубопроводу до визначення потужності насоса.
- Метод аналізу технологічних ситуацій: здобувачам пропонується виробнича ситуація (недогрів у кінцевого споживача, розбаланс системи опалення, підвищений тиск у контурі), яку потрібно пояснити на основі фізичних законів.
- Опрацювання результатів вимірювань: побудова та аналіз графіків залежностей, оцінювання похибок, робота з таблицями фізичних властивостей матеріалів.
- Метод проєктів (CPC): підготовка повідомлень і презентацій за темами «Фізика у теплоенергетиці».

11.3. Інклюзивний та trauma-informed підхід (безпечне середовище)

- Керовані заняття з правилом «стоп-слова»: під час обговорення тем, дотичних до чутливого досвіду (іонізуюче випромінювання, вибухові й аварійні процеси, наслідки уражень), здобувач має право відмовитися від участі без пояснення причин і без втрати балів.
- Гнучкість форм звітності: можливість замінити усну відповідь біля дошки письмовим розв'язанням або індивідуальною консультацією.
- Валідація різного досвіду: практичний і виробничий досвід здобувачів, зокрема ветеранів, використовується як цінне джерело прикладів під час вивчення механіки, теплових та електричних явищ.
- Врахування темпу: додатковий час на виконання розрахункових завдань для здобувачів, які цього потребують через стан здоров'я або реабілітацію.

11.4. Методи самостійної та електронної роботи

- Електронне навчання (e-learning): використання систем управління навчанням (LMS) для доступу до конспектів, тренувальних тестів і модульного контролю.
- Асинхронне опрацювання: самостійне вивчення теоретичного матеріалу за конспектом і підручником з подальшим онлайн-самоконтролем.

- Робота з довідковими джерелами: формування навички пошуку фізичних сталих і властивостей матеріалів у таблицях та перевірених електронних базах.

11.5. Методи дистанційного навчання

- Гнучке управління дедлайнами: завдання мають визначені строки, проте викладач індивідуально пролонгує їх для здобувачів, які перебувають у кризових ситуаціях (лікування, реабілітація).
- Trauma-informed онлайн-комунікація: політика «безпечного екрана» (увімкнення камери лише за бажанням), альтернативна звітність через чат, асинхронне консультування.

12. ПОЛІТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Політика вивчення дисципліни ґрунтується на принципах взаємоповаги, інклюзивності, дотримання академічної доброчесності та психологічної безпеки.

- Trauma-informed підхід та психологічна безпека: застосування правила «стоп-слова», забезпечення цифрової безпеки під час дистанційних занять (увімкнення камери виключно за бажанням здобувача), адаптивність до психоемоційних станів (можливість вільно покинути аудиторію для стабілізації без пояснення причин).
- Етика спілкування у змішаних групах: безумовна взаємоповага, валідація життєвого та бойового досвіду ветеранів, нульова толерантність до будь-яких проявів дискримінації, у тому числі за рівнем початкової підготовки з фізики й математики.
- Академічна доброчесність: вимагається самостійність виконання індивідуальних розрахункових завдань і повідомлень; забороняється списування, фабрикація результатів вимірювань і академічний плагіат. Використання інструментів штучного інтелекту дозволяється лише як допоміжного засобу для пошуку довідкової інформації та перевірки розуміння, але забороняється для генерації готових розв'язків задач, які подаються на оцінювання.
- Безпека на заняттях: обов'язкове дотримання правил безпеки під час демонстраційних дослідів з електричними колами, нагрівальними приладами та джерелами світла; заборона самостійних дій з обладнанням без дозволу викладача.
- Політика відвідування та асинхронного навчання: пропуски занять через поважні причини (лікування, реабілітація, сімейні обставини) не караються штрафними балами. Натомість від здобувача вимагається самостійне асинхронне відпрацювання пропущеного матеріалу в системі дистанційного навчання.
- Політика щодо дедлайнів: застосовуються гнучкі строки здачі практичних і самостійних робіт за умови обов'язкового попереднього інформування викладача про форс-мажорні чи інші поважні обставини.

13. ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ (ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ЗАЛІКУ)

Завдання до диференційованого заліку формується з урахуванням специфіки підготовки фахових молодших бакалаврів за спеціальністю G4 — Енерговиробництво, спеціалізація G4.02 — Теплоенергетика (ОПП «Експлуатація теплотехнічного і теплотехнологічного устаткування і систем теплопостачання») і складається з трьох блоків. Перший блок перевіряє теоретичні знання з усіх розділів курсу. Другий блок містить типову розрахункову задачу. Третій блок — професійно орієнтоване завдання, яке вимагає пояснити явище або процес теплоенергетики мовою фізичних законів.

БЛОК 1. Теоретичні питання

1. Предмет і методи фізики. Фізичне явище, модель, закон і теорія. Межі застосовності фізичних теорій.
2. Фізичні величини та Міжнародна система одиниць (СІ). Основні та похідні одиниці. Перевірка розмірності.
3. Вимірювання фізичних величин. Види похибок. Правила округлення та значущі цифри.
4. Механічний рух. Система відліку, траєкторія, шлях, переміщення. Рівномірний прямолінійний рух.
5. Рівноприскорений рух. Прискорення. Рівняння руху та графіки залежностей.
6. Вільне падіння тіл. Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту.
7. Рівномірний рух по колу. Кутова швидкість, період, частота, доцентрове прискорення.
8. Перший закон Ньютона. Інерція та інертність. Інерціальні системи відліку.
9. Другий і третій закони Ньютона. Маса й сила. Складання сил.
10. Сила тяжіння, вага тіла, невагомість. Закон всесвітнього тяжіння.
11. Сила пружності. Деформації тіл. Закон Гука для пружини.
12. Сили тертя: спокою, ковзання, кочення. Коефіцієнт тертя. Роль тертя в механізмах.
13. Імпульс тіла та імпульс сили. Закон збереження імпульсу. Пружний і непружний удари.
14. Механічна робота й потужність. Кінетична та потенціальна енергія.
15. Закон збереження та перетворення енергії. ККД механізмів і технологічного обладнання.
16. Статика. Момент сили. Умови рівноваги твердого тіла. Правило моментів.
17. Центр тяжіння тіла. Види рівноваги. Стійкість конструкцій.
18. Види деформацій твердого тіла. Механічне напруження та відносна деформація.
19. Закон Гука для твердого тіла. Модуль Юнга. Діаграма розтягу: границі пружності, текучості й міцності.
20. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії та їх дослідні обґрунтування. Кількість речовини, стала Авогадро.
21. Ідеальний газ. Основне рівняння МКТ. Температура як міра середньої кінетичної енергії молекул.
22. Ізопроцеси та газові закони. Рівняння стану ідеального газу.
23. Внутрішня енергія тіла та способи її зміни. Кількість теплоти. Питома теплоємність.
24. Перший закон термодинаміки та його застосування до ізопроцесів. Адіабатний процес.
25. Другий закон термодинаміки. Принцип дії теплового двигуна. Цикл Карно та ККД. Тепловий насос і коефіцієнт перетворення.
26. Механізми теплопередачі: теплопровідність, конвекція, випромінювання. Коефіцієнт теплопровідності, термічний опір і коефіцієнт теплопередачі.
27. Плавлення і кристалізація. Питома теплота плавлення. Температура плавлення металів.
28. Пароутворення й конденсація. Питома теплота пароутворення. Залежність температури кипіння від тиску. Насичена та перегріта пара.
29. Теплове розширення твердих тіл: лінійне та об'ємне. Коефіцієнт лінійного розширення.
30. Електричний заряд. Закон збереження заряду. Закон Кулона.
31. Електричне поле та його напруженість. Потенціал і різниця потенціалів. Робота електричного поля.

32. Провідники й діелектрики в електричному полі. Електроємність. Конденсатори та їх з'єднання.
33. Постійний електричний струм. Сила струму та напруга. Закон Ома для ділянки кола.
34. Опір провідника. Питомий опір. Залежність опору від температури. З'єднання провідників.
35. Електрорушійна сила. Закон Ома для повного кола. Робота й потужність струму. Закон Джоуля—Ленца.
36. Електричний струм у металах та електролітах. Електроліз і його застосування.
37. Електричний струм у газах. Іонізація. Самостійний і несамостійний розряди. Види газових розрядів.
38. Термоелектричні явища. Явище Зеебека. Термопара та термометр опору: принцип дії й застосування.
39. Магнітне поле струму. Магнітна індукція та магнітний потік. Правило свердлика.
40. Сила Ампера та сила Лоренца. Правило лівої руки.
41. Магнітні властивості речовин: діа-, пара- та феромагнетики. Намагнічування тіл.
42. Електромагнітна індукція. Закон електромагнітної індукції. Правило Ленца. Вихрові струми.
43. Самоіндукція. Індуктивність. Енергія магнітного поля котушки.
44. Змінний струм. Діюче значення сили струму й напруги. Опори в колі змінного струму.
45. Трансформатор: будова, принцип дії, коефіцієнт трансформації, ККД. Передавання електроенергії.
46. Гармонічні коливання: амплітуда, період, частота, фаза. Математичний і пружинний маятники.
47. Вільні та вимушені коливання. Резонанс і його прояви в техніці.
48. Механічні хвилі: поздовжні та поперечні. Довжина хвилі та швидкість поширення.
49. Звук і його характеристики. Інфразвук та ультразвук, їх застосування в техніці.
50. Електромагнітне поле та електромагнітні хвилі. Шкала електромагнітних хвиль.
51. Закони відбивання та заломлення світла. Лінзи. Формула тонкої лінзи.
52. Інтерференція, дифракція та поляризація світла.
53. Квантові властивості світла. Фотон і його енергія. Фотоефект та рівняння Ейнштейна.
54. Теплове випромінювання та люмінесценція. Поняття про лазери та їх застосування.
55. Ядерна модель атома. Досліди Резерфорда. Квантові постулати Бора.
56. Спектри випускання й поглинання. Спектральний аналіз і його застосування.
57. Рентгенівське випромінювання: одержання, властивості та застосування.
58. Склад атомного ядра. Ядерні сили. Енергія зв'язку ядра.
59. Радіоактивність. Види радіоактивного випромінювання. Закон радіоактивного розпаду.
60. Дія іонізуючого випромінювання на речовину та живі організми. Дози опромінення й принципи захисту.

БЛОК 2. Типові розрахункові задачі

61. Визначити швидкість і шлях тіла за заданим рівнянням рівноприскореного руху; побудувати графіки.
62. Розрахувати доцентрове прискорення та лінійну швидкість точки на ободі обертової деталі за відомою частотою обертання.

63. Знайти прискорення системи зв'язаних тіл за заданими масами й силою тяги.
64. Визначити силу тертя та мінімальну силу, потрібну для рівномірного переміщення заготовки по горизонтальній поверхні.
65. Розрахувати роботу й потужність, потрібні для піднімання зварної конструкції краном на задану висоту.
66. Визначити ККД механізму за відомими корисною та витраченою роботою.
67. Застосувати закон збереження імпульсу до задачі про непружний удар (наприклад, забивання деталі).
68. Визначити момент сили та умову рівноваги важеля або консольної балки.
69. Розрахувати механічне напруження в стінці трубопроводу за заданим внутрішнім тиском, діаметром і товщиною стінки; порівняти з допустимим.
70. Обчислити абсолютне видовження сталюого стрижня за законом Гука та визначити модуль Юнга за результатами вимірювань.
71. Розрахувати параметри природного газу (тиск, об'єм, температуру) за рівнянням Клапейрона—Менделєєва.
72. Визначити об'єм повітря, необхідний для повного згоряння заданої кількості палива, з урахуванням коефіцієнта надлишку повітря.
73. Розв'язати задачу на ізотермічний, ізобарний або ізохорний процес із побудовою графіка.
74. Обчислити кількість теплоти, потрібну для нагрівання води та її перетворення на пару за заданого тиску.
75. Скласти й розв'язати рівняння теплового балансу теплообмінного апарата за заданими витратами й температурами теплоносіїв.
76. Визначити ККД теплового двигуна за температурами нагрівника й холодильника; обчислити коефіцієнт перетворення теплового насоса.
77. Розрахувати теплове подовження ділянки трубопроводу при нагріванні до робочої температури теплоносія та обґрунтувати потребу в компенсаторі.
78. Обчислити тепловтрати через плоску та циліндричну стінку за заданими коефіцієнтами теплопровідності й товщиною шарів ізоляції.
79. Розрахувати струм і напругу на ділянках кола зі змішаним з'єднанням провідників; визначити ЕРС термопари за градуовальною характеристикою.
80. Розрахувати гідростатичний тиск, напір і витрату теплоносія; визначити корисну та споживану потужність насоса.
81. Обчислити потужність та кількість теплоти електронагрівального приладу (ТЕНа) за законом Джоуля—Ленца; оцінити час нагрівання води.
82. Скласти тепловий баланс котлоагрегата: визначити корисно використану теплоту та ККД за заданою витратою й теплотою згоряння палива.
83. Розрахувати силу Ампера, що діє на провідник зі струмом у магнітному полі.
84. Обчислити ЕРС індукції в контурі при заданій швидкості зміни магнітного потоку.
85. Визначити коефіцієнт трансформації та напругу на вторинній обмотці трансформатора; розрахувати потужність електроприводу насоса.
86. Розрахувати період, частоту та довжину хвилі коливань; визначити витрату теплоносія за різницею часу проходження ультразвукового сигналу за потоком і проти потоку.

87. Обчислити потужність теплового випромінювання поверхні за законом Стефана—Больцмана; визначити енергію фотона за довжиною хвилі.
88. Розв'язати задачу на закон радіоактивного розпаду: визначити кількість ядер, що залишилися, за заданим періодом напіврозпаду.

БЛОК 3. Професійно орієнтовані завдання (спеціальність G4 — Енерговиробництво, спеціалізація G4.02 — Теплоенергетика)

89. Поясніть з погляду термодинаміки, чому ККД теплової електростанції принципово не може наближатися до 100 %. Які температури визначають граничне значення ККД і як його підвищують на практиці?
90. Обґрунтуйте, чому вода є основним теплоносієм у системах теплопостачання. Які саме теплофізичні властивості води визначають цей вибір і в яких випадках доцільніша пара?
91. Поясніть, чому температура кипіння води залежить від тиску, і як це використовують у котельних установках та деаераторах.
92. Складіть якісну картину теплового балансу котлоагрегата: куди витрачається теплота згоряння палива, які втрати є найбільшими та якими фізичними заходами їх зменшують.
93. Поясніть фізичний зміст коефіцієнта надлишку повітря. Що відбувається з ККД котла за недостатнього та за надмірного подавання повітря?
94. Обґрунтуйте, як товщина та коефіцієнт теплопровідності ізоляції впливають на тепловтрати трубопроводу. Чому нескінченне збільшення товщини ізоляції економічно недоцільне?
95. Поясніть, чому в теплових мережах обов'язково встановлюють компенсатори. Оцініть теплове подовження ділянки трубопроводу і поясніть, які напруження виникають за його відсутності.
96. Поясніть фізичну природу гідравлічного удару в теплових мережах. Від чого залежить величина стрибка тиску і якими технічними засобами його запобігають?
97. Обґрунтуйте, чому в кінцевого споживача протяжної теплотраси температура теплоносія нижча, ніж у джерела. Які фізичні механізми відповідальні за це і як їх ураховують у розрахунках?
98. Поясніть принцип дії теплового насоса. Чому коефіцієнт перетворення може перевищувати одиницю і чи не суперечить це закону збереження енергії?
99. Поясніть фізичні основи роботи термопари та термометра опору. У чому переваги й обмеження кожного типу датчика в умовах котельні?
100. Обґрунтуйте вимоги до місця встановлення первинних перетворювачів температури й тиску в трубопроводі. Які фізичні чинники спричиняють похибки вимірювання?
101. Поясніть фізичний принцип дії ультразвукового лічильника теплової енергії. Чому вимірюють різницю часу проходження сигналу за потоком і проти потоку?
102. Поясніть принцип дії електромагнітного витратоміра. На якому фізичному законі він ґрунтується і які обмеження накладає провідність теплоносія?
103. Порівняйте з погляду фізики та енергетичної ефективності способи отримання теплоти: спалювання газу, електронагрів (ТЕН) і тепловий насос. Обґрунтуйте висновок кількісно.
104. Обґрунтуйте, як частотне регулювання електроприводу насоса дає економію електроенергії. Використайте зв'язок між частотою обертання, витратою, напором і потужністю.

105. Поясніть фізичні основи тепловізійного обстеження будівлі або теплотраси. Що саме реєструє тепловізор, від чого залежить показана температура і які помилки інтерпретації термограми найтипівіші?
106. Поясніть, чому в димових трактах і на внутрішніх поверхнях огорожень утворюється конденсат. Використайте поняття відносної вологості й точки роси; запропонуйте заходи запобігання.
107. Обґрунтуйте фізичні причини вібрації насосного агрегата та небезпеку резонансу. Які параметри системи потрібно змінити, щоб вивести її з резонансного режиму?
108. Поясніть фізичні основи радіографічного контролю зварних стиків трубопроводів теплових мереж. Опишіть принципи радіаційного захисту персоналу під час таких робіт.
109. Оцініть з фізичного погляду рекламне твердження про пристрій, який «зменшує споживання газу на 30 % без будь-яких змін в обладнанні». Які закони фізики дозволяють спростувати або перевірити таку заяву?

14. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ, МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Діагностика успішності навчання здобувачів фахової передвищої освіти здійснюється шляхом поєднання традиційних методів перевірки знань з фізики з розв'язанням розрахункових і професійно орієнтованих завдань теплоенергетики. Організація контролю спирається на принципи інклюзивності та педагогіки, обізнаної з травмою (trauma-informed підхід), що є критично важливим для інтегрованих груп. Діагностика здійснюється на поточному, модульному та підсумковому рівнях.

14.1. Засоби діагностики успішності навчання

- Комп'ютерне тестування (LMS Moodle / Google Classroom). Призначення: перевірка знання визначень, законів, формул, одиниць СІ та вміння виконувати короткі розрахунки. Адаптація: тести мають обмежений час виконання, проте для здобувачів, які потребують додаткового часу через особливості лікування чи реабілітації, тривалість сесії збільшується згідно з індивідуальним графіком.
- Оцінювання розв'язування розрахункових задач. Призначення: діагностика здатності будувати фізичну модель ситуації, добирати закони й формули, коректно оперувати одиницями та інтерпретувати числовий результат (програмний результат навчання РН 2).
- Оцінювання професійно орієнтованих завдань. Призначення: діагностика здатності пояснити технологічне явище теплоенергетики мовою фізики та обґрунтувати технічне рішення фізичними закономірностями.
- Індивідуальні завдання, повідомлення та презентації (СРС). Призначення: оцінка вміння самостійно знаходити, аналізувати та структурувати фізико-технічну інформацію, коректно посилатися на джерела.
- Спостереження за роботою на практичних заняттях. Призначення: оцінка активності, володіння українською науково-технічною термінологією, уміння аргументувати вибір способу розв'язання та працювати в парі чи малій групі.

14.2. Методичне забезпечення дисципліни

- Навчально-методичні матеріали: електронний конспект лекцій у форматі мікронавчання; збірник задач професійного спрямування «Фізика у теплоенергетиці»;

методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи; глосарій фізичних термінів.

- Довідкове забезпечення: таблиці фізичних сталих, теплофізичних властивостей води, водяної пари, повітря та теплоізоляційних матеріалів; таблиці теплоти згоряння палив; градувальні характеристики термопар і термоопорів; шкала електромагнітних хвиль.
- Інструменти trauma-informed забезпечення: карти вибору форми звітності (усна відповідь або письмове розв'язання), покрокові алгоритми розв'язування типових задач для здобувачів з різним рівнем початкової підготовки.
- Технічне та програмне забезпечення: кабінет математики, фізики та хімії, електротехнічна лабораторія, демонстраційне обладнання й вимірювальні прилади; платформи дистанційного навчання (LMS), віртуальні лабораторії та симуляції фізичних процесів.

14.3. Критерії оцінювання

Усі детальні критерії оцінювання (дескриптори досягнення результатів) та матриця розподілу балів за поточну роботу, СРС і підсумковий диференційований залік наведені в Розділі 10 цієї робочої програми.

Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою і фокусується не на механічному заучуванні формул, а на здатності здобувачів:

- Розуміти фізичний зміст законів і величин, усвідомлювати межі застосовності фізичних моделей.
- Будувати спрощену фізичну модель реального теплоенергетичного об'єкта або процесу та доводити її до числового результату.
- Коректно працювати з одиницями СІ, розмірностями та похибками, критично оцінювати правдоподібність отриманого результату.
- Переносити фізичні принципи на реалії експлуатації, обслуговування та енергетичного обстеження теплотехнічного устаткування і систем теплопостачання.

15. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ (ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ)

Індивідуальні завдання для самостійної роботи розроблені з урахуванням профілю спеціальності G4 — Енерговиробництво, спеціалізації G4.02 — Теплоенергетика та освітньо-професійної програми «Експлуатація теплотехнічного і теплотехнологічного устаткування і систем теплопостачання». Вони спрямовані на практичне застосування фізичних законів до реальних умов генерації, транспортування, обліку та споживання теплової енергії.

Враховуючи особливості контингенту (наявність в аудиторіях молоді, ветеранів та учасників бойових дій), самостійна робота базується на принципах андрагогіки та trauma-informed підходу. Здобувачі самостійно обирають конкретні завдання й теми з кожного напрямку відповідно до власних професійних інтересів та рівня психологічного комфорту.

Загальний обсяг самостійної роботи становить 48 годин (по 12 годин на кожен напрям).

НАПРЯМ 1: ОПРАЦЮВАННЯ ТЕОРЕТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ ТА РОБОТА З ДОВІДКОВИМИ ДЖЕРЕЛАМИ (12 годин)

Блок спрямований на систематизацію теоретичного матеріалу та формування навички роботи з довідковою фізико-технічною інформацією. Форма звітності: опорний конспект, структурно-логічна схема або порівняльна таблиця.

Завдання на вибір (необхідно виконати мінімум 2):

- Скласти зведену таблицю теплофізичних властивостей теплоносіїв (вода, водяна пара, повітря, антифризи): густина, питома теплоємність, теплопровідність, температури фазових переходів — і обґрунтувати вибір теплоносія для різних систем.
- Укласти порівняльну таблицю коефіцієнтів теплопровідності будівельних і теплоізоляційних матеріалів та пояснити, як вони впливають на тепловтрати огорожувальних конструкцій і трубопроводів.
- Побудувати структурно-логічну схему «Механізми теплопередачі в теплоенергетичному обладнанні» із зазначенням, де переважає теплопровідність, де конвекція, а де випромінювання.
- Скласти опорну схему «Фізичні принципи приладів обліку та контролю в теплоенергетиці» (термопара, термоопір, манометр, ультразвуковий та електромагнітний витратоміри, тепловізор) із зазначенням покладеного в основу фізичного явища.
- Опрацювати таблиці теплоти згоряння палив і скласти порівняльний аналіз енергетичної цінності природного газу, вугілля, мазуту та біопалива.
- Укласти глосарій фізичних термінів професійного спрямування (не менше 40 понять) українською та англійською мовами з короткими визначеннями.

НАПРЯМ 2: РОЗВ'ЯЗУВАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ЗАДАЧ ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ (12 годин)

Блок спрямований на формування навички доводити фізичну модель до числового результату. Форма звітності: письмове розв'язання індивідуального варіанта із зазначенням формул, підстановки, одиниць та оцінки правдоподібності результату.

Завдання (виконуються за індивідуальними варіантами):

- Гідравлічний розрахунок: визначення гідростатичного тиску, напору, витрати та швидкості теплоносія; обчислення корисної та споживаної потужності насоса з урахуванням ККД.
- Розрахунок теплового балансу: визначення кількості теплоти на нагрівання води та її випаровування; складання рівняння теплового балансу теплообмінного апарата.
- Розрахунок ККД: визначення ККД котлоагрегата за витратою та теплотою згоряння палива; обчислення ККД теплового двигуна та коефіцієнта перетворення теплового насоса.
- Розрахунок тепловтрат: визначення теплового потоку через багат шарову плоску та циліндричну стінку; обґрунтування товщини теплоізоляції трубопроводу.
- Розрахунок теплового подовження: визначення видовження ділянки трубопроводу та температурних напружень у защемленій ділянці; обґрунтування типу компенсатора.
- Розрахунок горіння: визначення необхідного об'єму повітря для повного згоряння палива з урахуванням коефіцієнта надлишку повітря.
- Електротехнічні розрахунки: потужність і час нагрівання води електронагрівальним приладом за законом Джоуля—Ленца; коефіцієнт трансформації; ЕРС термопари за градуовальною характеристикою.

- Розрахунки з вологості та випромінювання: визначення відносної вологості й точки роси; обчислення потужності теплового випромінювання поверхні за законом Стефана—Больцмана.

НАПРЯМ 3: ПІДГОТОВКА НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ І ПОВІДОМЛЕНЬ «ФІЗИКА У ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ» (12 годин)

Блок передбачає синтез фізичних знань і фахових уявлень зі спеціальності. Форма звітності: реферат обсягом 5–8 сторінок формату А4 або мультимедійна презентація (12–15 слайдів) із дотриманням принципів академічної доброчесності та правильним оформленням списку джерел.

Теми на вибір:

- «Другий закон термодинаміки як межа можливостей енергетики: чому ККД не буває стовідсотковим».
- «Фізика водяної пари: чому саме вона стала робочим тілом теплової енергетики».
- «Теплопередача і теплоізоляція: фізичні основи енергоефективності будівель».
- «Тепловий насос: фізика “безкоштовної” теплоти з довкілля».
- «Фізичні основи приладів обліку теплової енергії».
- «Тепловізор як інструмент енергоаудиту: що насправді показує термограма».
- «Гідравлічний удар у теплових мережах: фізика аварії та способи запобігання».
- «Горіння палива з погляду фізики: температура, надлишок повітря та втрати теплоти».
- «Відновлювані джерела енергії: фізичні принципи сонячних колекторів і теплових насосів».
- «Атомна енергетика в енергобалансі України: фізичні основи та питання безпеки».
- «Фізика проти псевдонауки: як перевірити рекламні обіцянки “енергозберігальних” пристроїв».

НАПРЯМ 4: АНАЛІЗ ВИРОБНИЧИХ СИТУАЦІЙ ТА ПІДГОТОВКА ДО КОНТРОЛЬНИХ ЗАХОДІВ (12 годин)

Практична підготовка до підсумкового контролю. Здобувач отримує змодельовану виробничу ситуацію, яку необхідно пояснити на основі фізичних законів і, за можливості, підкріпити кількісною оцінкою. Форма звітності: письмовий аналіз ситуації з посиланнями на відповідні фізичні закони, а також результати тренувального тестування в LMS.

Ситуації на вибір (необхідно проаналізувати 2):

- Ситуація 1 «Холодні батареї в кінці мережі». У найвіддаленішого від котельні будинку температура в системі опалення суттєво нижча за нормативну. Завдання: пояснити явище через тепловтрати трубопроводу й гідравлічні втрати напору, оцінити порядок величини тепловтрат на заданій довжині траси та запропонувати фізично обґрунтовані заходи.
- Ситуація 2 «Зруйнований компенсатор». На ділянці теплотраси після пуску деформувало опору й пошкодило сальниковий компенсатор. Завдання: розрахувати теплове подовження ділянки за заданої різниці температур, оцінити температурні напруження в разі заземлення та пояснити фізичну причину аварії.
- Ситуація 3 «Падіння ККД котла». Після зміни налаштувань пальника зросла витрата газу при тій самій тепловій потужності. Завдання: пояснити вплив коефіцієнта надлишку повітря та температури відхідних газів на ККД котлоагрегата; скласти якісний тепловий баланс і запропонувати регулювання.

- Ситуація 4 «Стрибок тиску і розрив». Після різкого закриття засувки на магістралі стався розрив трубопроводу. Завдання: пояснити фізичну природу гідравлічного удару, оцінити чинники, від яких залежить величина стрибка тиску, і описати технічні засоби запобігання.
- Ситуація 5 «Конденсат і пліснява». У кутовій кімнаті будинку на внутрішній поверхні стіни утворюється конденсат. Завдання: пояснити явище через поняття точки роси й термічного опору огороження, обчислити температуру внутрішньої поверхні за заданих умов та запропонувати заходи.
- Ситуація 6 «Сумнівна економія». Постачальник пропонує встановити пристрій, що нібито знижує споживання газу на третину без втручання в обладнання. Завдання: перевірити заяву на відповідність законам збереження енергії та термодинаміки, сформулювати перелік вимірювань, які підтвердили б або спростували ефект.

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Викладач фізики

_____ / Володимир ДЗЮБАНОВ

« ____ » _____ 2026 р.

ПОГОДЖЕНО ТА СХВАЛЕНО:

на засіданні методичної комісії _____

Протокол № ____ від « ____ » _____ 2026 р.

Голова методичної комісії

_____ / _____ (Прізвище, ініціали)

Заступник директора з навчально-методичної роботи ЗПО «ДПТК»

_____ / Сергій ГОРДІЄНКО

« ____ » _____ 2026 р.

ЛИСТ РЕЄСТРАЦІЇ ЗМІН ТА ДОПОВНЕНЬ ДО РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ

№ з/п	Дата внесення змін	Розділ, пункт, до якого вносяться зміни	Короткий зміст змін	Підпис розробника (викладача)	Погодження (№ протоколу методичної комісії та дата)
1					
2					
3					
4					