



БАНК ЗАВДАНЬ ДО МОДУЛЬНОГО ТА КІНСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Два модульні контролі по 15 балів і диференційований залік на 30 балів

Дисципліна: Фізика (ОК6)

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»

Освітньо-професійний ступінь: фаховий молодший бакалавр

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Модульний контроль проводиться двічі за семестр. Перший охоплює модулі I–II (лекції 1–12), другий — модулі III–V (лекції 13–21). Кожен оцінюється максимально у 15 балів і складається з двох блоків.

Блок 1. Тестування (7 балів). Чотирнадцять завдань закритого й відкритого типу по 0,5 бала. Перевіряє знання законів, формул, одиниць вимірювання та вміння розпізнати фізичне явище за описом.

Блок 2. Розрахункова задача професійного спрямування (8 балів). Одна задача з розгорнутим розв'язанням, перевіркою розмірності, оцінкою правдоподібності та висновком щодо роботи обладнання.

Час виконання кожного модульного контролю — 80 хвилин. Дозволено користуватися калькулятором, довідковими таблицями теплофізичних величин, таблицями властивостей води й водяної пари та градувальними характеристиками термодинамічних пар. Формули не видаються — їх знання є предметом контролю.

Викладач формує не менше чотирьох рівноцінних варіантів кожного контролю, комбінуючи завдання з відповідних банків. Числові дані задач індивідуалізуються за варіантами.

МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ № 1

Модулі І–ІІ: механіка, основи гідростатики, молекулярна фізика і термодинаміка

Максимальна оцінка: 15 балів | Час виконання: 80 хвилин

БЛОК 1. ТЕСТУВАННЯ (максимум 7 балів)

У варіант включають 14 завдань по 0,5 бала. Відповідь має містити формулювання, формулу або числовий результат із одиницею вимірювання.

1. Дайте визначення абсолютної та відносної похибки. Запишіть правило округлення результату вимірювання.
2. Манометр класу точності 1,5 має межу 10 бар. Яка його абсолютна похибка? Чи змінюється вона залежно від показу?
3. Запишіть зв'язок кутової швидкості з частотою обертання в обертах за хвилину. Яку помилку допускають найчастіше?
4. Від чого залежить відцентрова сила від дисбалансу ротора? Як вона зміниться при подвоєнні обертів?
5. Запишіть формулу корисної потужності насоса й поясніть фізичний зміст кожного множника.
6. Двигун має ККД 0,9, муфта 0,98, насос 0,75. Який ККД ланцюга? Сформулюйте загальне правило.
7. Поясніть різницю між абсолютним, надлишковим і вакуумметричним тиском. Який показує манометр?
8. Запишіть рівняння нерозривності та рівняння Бернуллі. Поясніть зміст кожного члена рівняння Бернуллі.
9. Чим падіння тиску на звуженні відрізняється від втрат напору на тертя?
10. Що характеризує число Рейнольдса? Який режим течії у теплових мережах?
11. Запишіть формулу кільцевого напруження в стінці труби. Чому труби тріскаються вздовж, а не поперек?
12. Дайте визначення модуля Юнга. Чи означає високий модуль високу міцність?
13. Запишіть рівняння стану ідеального газу. У яких одиницях підставляють температуру?
14. Чому модель ідеального газу непридатна для насиченої водяної пари?
15. Сформулюйте перший закон термодинаміки й правило знаків для теплоти та роботи.
16. Чому теплоємність газу при сталому тиску більша за теплоємність при сталому об'ємі?
17. Сформулюйте другий закон термодинаміки. Чому він не забороняє роботу теплового насоса?
18. Запишіть формулу ККД циклу Карно. Як за нею перевірити правдоподібність власного результату?
19. Що показує коефіцієнт перетворення теплового насоса і чому він може бути більшим за одиницю?
20. Запишіть рівняння теплопровідності Фур'є. Що таке термічний опір шару?
21. Як складаються термічні опори шарів багатшарової конструкції? З чим це можна порівняти?

22. Чому намокла ізоляція втрачає свої властивості, залишаючись зовні цілою?
23. Чому температура кипіння залежить від тиску? Наведіть практичний наслідок для котла.
24. Дайте визначення точки роси. Чому конденсат утворюється без додавання вологи в повітря?
25. Запишіть формулу теплового подовження. Чи входить довжина ділянки у формулу температурного напруження?
26. Що таке коефіцієнт надлишку повітря? Чому оптимум є компромісом, а не максимумом чи мінімумом?
27. У чому різниця між вищою й нижчою теплотою згоряння палива?
28. Назвіть чотири основні статті втрат у тепловому балансі котлоагрегата. Яка з них зазвичай найбільша?

БЛОК 2. РОЗРАХУНКОВА ЗАДАЧА (максимум 8 балів)

У варіант включають одну задачу. Розв'язання розгорнуте: вихідні дані, переведення в СІ, робочі формули, обчислення, перевірка розмірності, оцінка правдоподібності, висновок.

1. Насос подає воду трубопроводом внутрішнім діаметром 100 мм зі швидкістю 1,5 м/с. Визначте об'ємну витрату та швидкість на звуженій ділянці діаметром 70 мм. Поясніть, як зміниться статичний тиск на звуженні та чому це падіння не є втратою енергії.
2. Насос подає 30 м³/год води на геометричну висоту 20 м. ККД насоса 0,72, муфти 0,98, двигуна 0,9. Визначте корисну потужність, потужність на валу та споживану з мережі. Побудуйте діаграму розподілу потужності й назвіть найслабшу ланку.
3. Труба з внутрішнім діаметром 200 мм і товщиною стінки 5 мм працює під тиском 1,2 МПа. Обчисліть кільцеве напруження в стінці й запас міцності відносно границі текучості сталі 250 МПа. Визначте, як зміниться напруження при корозійному стоншенні стінки до 3,75 мм, і сформулюйте висновок щодо періодичності товщинометрії.
4. Ділянка сталевого трубопроводу довжиною 80 м нагрівається від 15 °С до 120 °С. Обчисліть теплове подовження. Визначте температурне напруження в разі повного защемлення ділянки та порівняйте з границею текучості сталі. Поясніть, чи зміниться напруження, якщо довжину подвоїти.
5. Балон об'ємом 40 л заповнений газом при 15 °С і абсолютному тиску 12 МПа. Балон нагрівся до 45 °С. Визначте тиск після нагрівання. Поясніть, який процес описує задача, і сформулюйте вимогу до умов зберігання балонів.
6. Лічильник зафіксував 1500 м³ природного газу при температурі 5 °С і надлишковому тиску 3 кПа. Приведіть об'єм до нормальних умов і обчисліть отриману енергію за нижчої теплоти згоряння 34 МДж/м³.
7. Визначте кількість теплоти для нагрівання 200 кг води від 15 °С до 90 °С і для повного перетворення цієї води на насичену пару. Порівняйте обидві величини, побудуйте графік температури від наданої теплоти та поясніть наявність горизонтальної ділянки.
8. Ідеальна теплова машина працює між нагрівником 227 °С і холодильником 27 °С. Обчисліть її ККД. Реальна установка за тих самих умов має ККД 28 %. Визначте

частку від теоретично можливого, розділіть втрати на принципові й технічні та запропонуйте два заходи зі зменшення технічних.

9. Тепловий насос підтримує температуру теплоносія $45\text{ }^{\circ}\text{C}$. Обчисліть ідеальний коефіцієнт перетворення при температурі зовнішнього повітря $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ і при $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Поясніть отриману різницю та порівняйте обидва випадки з електронагрівом.
10. Огороджувальна конструкція площею 20 м^2 складається з трьох шарів: штукатурка 20 мм , цегляна кладка 380 мм , утеплювач 100 мм . Різниця температур 40 К . Обчисліть термічний опір кожного шару, сумарний опір і тепловий потік. Визначте, який шар дає найбільший внесок в опір, і яку товщину утеплювача треба додати, щоб зменшити втрати вдвічі.
11. У приміщенні котельні температура повітря $24\text{ }^{\circ}\text{C}$, показ вологого термометра психрометра $17\text{ }^{\circ}\text{C}$. Визначте відносну вологість за психрометричною таблицею й точку роси. Оцініть ризик випадання конденсату на трубопроводі холодної води з температурою поверхні $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ та обґрунтуйте відповідь.
12. Котел споживає $120\text{ м}^3/\text{год}$ природного газу з нижчою теплотою згоряння 34 МДж/м^3 і нагріває 40 т/год води від $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $95\text{ }^{\circ}\text{C}$. Обчисліть ККД котла за прямим балансом. Складіть перелік статей втрат і поясніть, який із балансів — прямий чи обернений — точніший і чому.
13. Для повного згоряння 1 м^3 природного газу теоретично потрібно $9,5\text{ м}^3$ повітря. Фактично подається $11,5\text{ м}^3$. Визначте коефіцієнт надлишку повітря. Поясніть, як зміниться ККД котла при відхиленні цього коефіцієнта в обидва боки від оптимуму, і за якими показниками димових газів це виявляють.

МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ № 2

Модулі III–V: електрика і магнетизм, коливання, хвилі та оптика, атомна і ядерна фізика

Максимальна оцінка: 15 балів | Час виконання: 80 хвилин

БЛОК 1. ТЕСТУВАННЯ (максимум 7 балів)

1. Запишіть закон Кулона. Як середовище впливає на силу взаємодії зарядів?
2. Чому металевий корпус приладу захищає його вміст від зовнішніх електричних полів?
3. Поясніть механізм накопичення статичного заряду при перекачуванні палива та назвіть два заходи захисту.
4. Запишіть закон Ома для повного кола. Яка величина обмежує струм короткого замикання?
5. Чому напруга в мережі просідає при вмиканні потужного споживача?
6. Запишіть формулу опору провідника. Чому для ТЕНів обирають ніхром, а не мідь?
7. Запишіть закон Джоуля — Ленца. Чому подвоєння струму збільшує втрати вчетверо?
8. Чому послаблене контактне з'єднання пожежонебезпечне і чому процес самопідсилюється?
9. Чому електроопалення з ККД майже 100 % вважають найменш ефективним способом отримання теплоти?
10. Поясніть ефект Зеебека. Що саме вимірює термопара — абсолютну температуру чи різницю?
11. Чому похибка від неврахованого холодного спаю термопар зростає влітку?
12. Чому опір напівпровідника з нагріванням зменшується, а опір металу зростає?
13. За яких умов утворюється гальванічна пара і чому пряме з'єднання мідної та сталеві труби є помилкою?
14. Запишіть закон Фарадея для електромагнітної індукції. Чому стале поле не наводить ЕРС?
15. Сформулюйте правило Ленца і поясніть його зв'язок із законом збереження енергії.
16. Чому осердя трансформатора набирають із тонких ізольованих пластин?
17. Запишіть закони подібності для насоса. На скільки зміниться потужність при зниженні обертів на 20 %?
18. Чому електромагнітний витратомір непридатний для дистильованої води й мінерального масла?
19. Чому діюче значення напруги в мережі 230 В, а амплітудне близько 325 В? Що показує щитовий прилад?
20. Що характеризує коефіцієнт потужності і чому низьке його значення є економічною проблемою?
21. Чому трансформатор не працює на постійному струмі?
22. Сформулюйте умову резонансу. Назвіть два принципово різні способи виведення системи з резонансу.

23. Запишіть формулу Жуковського. Від чого залежить стрибок тиску при гідравлічному ударі?
24. Поясніть принцип дії ультразвукового лічильника теплоти. Чому нормують прямі ділянки труби?
25. Запишіть закон Стефана — Больцмана. Який практичний наслідок має залежність у четвертому степені?
26. Що таке ступінь чорноти? Чому пірометр на полірованій трубі показує занижену температуру?
27. Чому тепловізійне обстеження будівель проводять узимку і бажано вночі?
28. Сформулюйте закони фотоефекту. Чому нижче червоної межі явище не виникає за будь-якої інтенсивності?
29. Що таке дефект маси? Чому енергія вивільняється і при поділі важких ядер, і при синтезі легких?
30. Запишіть закон радіоактивного розпаду. Чи можна змінити період напіврозпаду зовнішнім впливом?
31. Назвіть три принципи радіаційного захисту і фізичну основу кожного.
32. Чому альфа-випромінювання майже нешкідливе ззовні, але найнебезпечніше при потраплянні всередину?

БЛОК 2. РОЗРАХУНКОВА ЗАДАЧА (максимум 8 балів)

1. Джерело з ЕРС 24 В і внутрішнім опором 0,5 Ом живить коло, де резистор 4 Ом з'єднано послідовно з паралельною групою 6 Ом і 12 Ом. Визначте загальний опір, струм у нерозгалуженій частині, струми в гілках і напругу на паралельній ділянці. Перевірте розв'язок балансом потужностей.
2. Електричний водонагрівач потужністю 2 кВт живиться від мережі 230 В. Визначте опір нагрівального елемента й струм. Обчисліть час нагрівання 80 л води від 10 °С до 60 °С за ККД установки 0,9. Поясніть, чому опір у робочому стані відрізняється від виміряного в холодному.
3. Трансформатор має 1200 витків первинної та 60 витків вторинної обмотки при первинній напрузі 6000 В. Визначте напругу вторинної обмотки й коефіцієнт трансформації. Обчисліть струм вторинної обмотки при потужності навантаження 15 кВт і ККД 0,97.
4. Потужність 50 кВт передається лінією з опором 0,8 Ом. Обчисліть втрати при напрузі передачі 380 В і при 10 кВ, подайте їх у відсотках. Оцініть, який переріз мідного проводу знадобився б, щоб при 380 В отримати такі самі втрати, як при 10 кВ, і прокоментуйте практичну реалізованість.
5. Електродвигун насоса споживає з мережі 380 В струм 22 А при коефіцієнті потужності 0,75. Визначте повну, активну та реактивну потужність. Обчисліть, наскільки зменшиться струм при підвищенні коефіцієнта потужності до 0,95, і потрібну потужність компенсаційної установки.
6. Термопара типу К із чутливістю 41 мкВ/К має робочий спай у газозоді при 720 °С і холодний спай при 20 °С. Обчисліть термо-ЕРС. Визначте похибку вимірювання температури, якщо температура холодного спаю зросла до 45 °С і це не враховано.

7. Платиновий термометр опору Pt100 має температурний коефіцієнт $0,00385 \text{ K}^{-1}$ і показує опір $138,5 \text{ Ом}$. Визначте температуру середовища. Обчисліть похибку, спричинену опором з'єднувальних проводів $0,5 \text{ Ом}$, і порівняйте з такою самою похибкою для Pt1000.
8. Насос працює на 1450 об/хв . Обчисліть витрату, напір і споживану потужність після зниження обертів до 1160 об/хв за законами подібності. Визначте економію потужності у відсотках і порівняйте з дросельним регулюванням.
9. Насосний агрегат має частоту обертання 2900 об/хв . Обчисліть частоту збуджувальної сили від дисбалансу ротора. Власна частота опори становить 50 Гц . Оцініть близькість до резонансу та запропонуйте два різні способи виведення системи з нього.
10. У трубопроводі діаметром 150 мм вода тече зі швидкістю 2 м/с . Обчисліть стрибок тиску при миттєвому закритті засувки за формулою Жуковського. Порівняйте з робочим тиском $0,6 \text{ МПа}$, визначте час пробігу хвилі для ділянки 400 м і мінімально допустимий час закриття арматури.
11. Неізольована ділянка паропроводу площею 3 м^2 має температуру поверхні $200 \text{ }^\circ\text{C}$ при температурі повітря $20 \text{ }^\circ\text{C}$ і ступені чорноти $0,8$. Обчисліть потужність променистих тепловтрат. Перерахуйте у втрати за опалювальний сезон 180 діб та в еквівалент природного газу, зробіть висновок щодо доцільності ізоляції.
12. Пірометр налаштовано на ступінь чорноти $0,95$, фактичний ступінь чорноти поверхні $0,6$. Реальна температура поверхні $300 \text{ }^\circ\text{C}$. Визначте, яку температуру покаже прилад, обґрунтуйте напрямок зміщення й запропонуйте два практичні способи достовірного вимірювання.
13. Робота виходу електрона з матеріалу $2,2 \text{ еВ}$, на поверхню падає світло з довжиною хвилі 400 нм . Обчисліть енергію фотона, максимальну кінетичну енергію вирваних електронів і червону межу фотоэффекту для цього матеріалу.
14. Період напіврозпаду ізотопу становить 8 діб . Визначте частку ядер, що залишилися, через 24 і через 40 діб , побудуйте графік. Поясніть, чому повного зникнення активності не настає.
15. При радіографічному контролі стику потужність дози на відстані 1 м від джерела становить 2 мЗв/год . Визначте, на якій відстані доза знизиться до $0,02 \text{ мЗв/год}$, і обґрунтуйте розмір зони огороження. Порівняйте ефективність двох заходів: скорочення часу роботи вдвічі та збільшення відстані вдвічі.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

Блок 1. Тестування

По 0,5 бала за кожну правильну й повну відповідь. Відповідь, у якій наведено формулу без пояснення або результат без одиниці вимірювання, оцінюється в 0,25 бала. Разом до 7 балів.

Блок 2. Розрахункова задача

Бали	Дескриптор
7–8	Задача розв'язана повністю й самостійно. Вихідні дані переведено в СІ, робочі формули записано в загальному вигляді та обґрунтовано, обчислення правильні, розмірність перевірено, правдоподібність результату оцінено. Здобувач інтерпретує результат і формулює висновок щодо роботи обладнання.
5–6	Хід розв'язання правильний, формули обрано вірно, але допущено обчислювальну неточність або не доведено аналіз до висновку. Результат наведено без інтерпретації або з поверховим коментарем.
3–4	Розв'язання розпочато, окремі формули записано правильно, але допущено грубу помилку: не переведено одиниці в СІ, використано градуси Цельсія замість кельвінів, порушено розмірність. Здобувач не помічає фізичної недостовірності результату.
0–2	Розв'язання відсутнє або зводиться до випадкового підставлення чисел у невідповідну формулу. Виявлено списування.

Особлива умова.

Для здобувачів, які потребують адаптованих умов, час виконання може бути подовжено, а форму подання розв'язання узгоджено індивідуально. Це фіксується в політиці дисципліни й не є винятком чи послугою.

Розробник:

Викладач фізики ЗПО «ДПТК»

_____ / Володимир ДЗЮБАНОВ

«__» _____ 2026 р.