ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра теоретичної фізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан фізичного факультету
_____ проф. Володимир ЛАЗУР
«28» червня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕРМОДИНАМІКА

Рівень вищої освіти	**перший (бакалаврський)**
Галузь знань	**01 Освіта/Педагогіка**
Спеціальність	**014 Середня освіта**
Предметна спеціальність	**014.08 Середня освіта (Фізика та астрономія)**
Освітня програма	**Фізика. Інформатика**
Статус дисципліни	**обов'язкова**
Мова навчання	**українська**

Ужгород 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Термодинаміка» для здобувачів вищої освіти галузі знань 01 Освіта/Педагогіка спеціальності 014 Середня освіта предметної спеціальності 014.08 Середня освіта (Фізика та астрономія) освітньої програми Фізика. Інформатика.

Розробники: Рубіш В.В. – кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри теоретичної фізики.

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри теоретичної фізики

протокол № 10 від «27» червня 2024р.

Завідувач кафедри _____ Мирослав КАРБОВАНЕЦЬ

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол № 8 від «28» червня 2024 р.

Голова науково-методичної комісії _____ Василь РУБІШ

© Рубіш В.В., 2024 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2024 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td>Розподіл годин за навчальним планом</td></tr>
<tr><td>Денна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів ЄКТС – 3</td><td>Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 90</td><td>4-й</td></tr>
<tr><td>Кількість модулів – 2</td><td>Семестр:</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Тижневих годин
для денної форми навчання:

аудиторних – 2

самостійної роботи студента – 2,5</td><td>7-й</td></tr>
<tr><td>Лекції:</td></tr>
<tr><td>24</td></tr>
<tr><td>Практичні (семінарські):</td></tr>
<tr><td>20</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Вид підсумкового контролю: іспит</td><td>Лабораторні:</td></tr>
<tr><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Форма підсумкового контролю: усна</td><td>Самостійна робота:</td></tr>
<tr><td>46</td></tr>
</table>

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Термодинаміка» є онайомлення студентів спеціальності «014 Середня освіта (Фізика. Інформатика**)**» з сучасними уявленнями про основні методи термодинамічного (феноменологічного) опису властивостей рівноважних і нерівноважних макроскопічних систем, що складаються з великого числа частинок, а також формування у студентів знань і умінь моделювання фізичних процесів у таких системах та використання їх при викладанні фізики у середній школі.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

ІК – здатність розв’язувати спеціалізовані практичні завдання в освітній галузі, що передбачає застосування концептуальних методів освітніх наук, предметних знань, психології, теорії та методики навчання і характеризується комплексністю та невизначеністю умов організації освітнього процесу в закладах середньої освіти;

ЗК 1 – здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до застосування знань у практичних ситуаціях;

ЗК 2 – знання й розуміння предметної області та професійної діяльності;

ЗК 4 – здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук, аналіз та обробку інформації з різних джерел, ефективно використовувати цифрові ресурси та технології в освітньому процесі;

ФК 1 – здатність перенесення системи наукових знань у професійну діяльність та в площину навчального предмету;

ФК 4 – здатність формувати і розвивати в учнів ключові та предметні компетентності засобами навчального предмету та інтегрованого навчання; формувати в них ціннісне ставлення, розвивати критичне мислення;

ПК 1 – здатність використовувати комплекс наукових знань з фізики та астрономії у поєднанні із необхідним математичним апаратом для пояснення явищ природи, розуміння сучасної природничо-наукової картини світу;

ПК 2 – здатність організовувати та здійснювати дослідницьку діяльність та формулювати доказові висновки на основі отриманої інформації;

ПК 3 – здатність виокремлювати істотні ознаки основних одиниць навчального змісту курсу фізики: фізичного явища, величини, закону, фізичної теорії, фундаментального фізичного експерименту, фізичного приладу, технічного пристрою та моделі; обґрунтовано обирати та застосовувати методи й засоби навчання, відповідний дидактичний матеріал для їх пояснення;

ПК 5 – здатність розв’язувати задачі з фізики й астрономії та навчати учнів їх розв'язуванню.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**Термодинаміка**» є опанування таких навчальних дисциплін освітньої програми:

ОК 5 Математичний аналіз;
ОК 6 Аналітична геометрія і вища алгебра;
ОК 13 Фізичні основи механіки;
ОК 14 Молекулярна фізика;
ОК 15 Електрика і магнетизм;
ОК 19 Теоретична механіка.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Фізика. Інформатика», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН)**:**

Програмні результати навчання	**Шифр ПРН**
Здійснює добір і застосовує сучасні освітні технології та методики для формування предметних компетентностей учнів; критично оцінює результати їх навчання та ефективність уроку.	РН 4
Демонструє знання основ фундаментальних і прикладних наук (відповідно до предметної спеціальності), оперує базовими категоріями та поняттями предметної області спеціальності.	РН 7
Класифікує і пояснює основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики, астрономії та методики їх навчання, місце і зв'язки в системі наук, етапи історії їх розвитку.	ПРН 1
Аналізує фізичні явища і процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, із застосуванням відповідних математичних методів.	ПРН 2
Демонструє вміння розв'язувати типові задачі з різних розділів фізики та астрономії, чітко й раціонально пояснює їх розв'язки	ПРН 4
Демонструє володіння основами наукових досліджень; організовує навчально-дослідницьку діяльність учнів	ПРН 6

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Термодинаміка»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	**Шифр ПРН**
Володіє і застосовує сучасні освітні технології та методики для формування предметних компетентностей учнів в галузі природничих наук, техніки і технологій при вивченні термодинамічних явищ та молекулярно-кінетичної теорії; критично оцінює результати їх навчання та ефективність уроку.	РН 4
Демонструє знання основних положень і законів, оперує базовими поняттями термодинаміки та молекуляної фізики.	РН 7
Класифікує і пояснює основні поняття, закони, предмет термодинамічного методу опису явищ, які протікають в системах, що складаються з великого числа частинок, має уявлення про місце і роль термодинаміки в системі наук.	ПРН 1
Застосовує фізичні принципи та математичний апарат термодинаміки до аналізу властивостей систем різноманітної фізичної природи, що складаються з великого числа частинок.	ПРН 2
Вміє застосовувати основні положення та закони термодинамічки до розв'язування різних типів задач з молекулярної фізики; вміє аналізувати та давати чітку й раціональну інтерпретацію їх розв'язків.	ПРН 4
Володіє основами наукових досліджень; організовує навчально-дослідницьку діяльність учнів на уроках фізики при проведенні демонстраційних експериментів та лабораторних робіт.	ПРН 6

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- поточний контроль успішності,
- модульний контроль,
- підсумковий контроль,
- іспит.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю:

- вибіркове усне опитування на початку заняття;
- перевірка якості виконання завдань для самостійної роботи, зокрема за конспектами матеріалів;
- оцінювання якості та повноти виконання завдань модульної контрольної роботи.

Форма модульного контролю: поточне оцінювання та виконання модульної контрольної роботи у письмовій формі, сумарний результати яких оцінюються за 100-бальною шкалою за кожний модуль.

Форма підсумкового семестрового контролю: іспит. До іспиту допускаються студенти, які відпрацювали пропущені заняття і виконали модульні контрольні роботи.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Сума
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	80	100
4	4	4	4	4		

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота						Модульна контрольна робота	Сума
Т6	Т7	Т8	Т9	Т10	Т11	80	100
4	3	4	3	3	3		

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Письмова перевірка знань при тематичному оцінюванні	1	20	1	20
Модульна контрольна робота	1	80	1	80
Разом	**2**	**100**	**2**	**100**

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

При оцінюванні знань враховується в першу чергу повнота, правильність і вичерпність відповідей на поставлені в модульних контрольних роботах запитаннях. Максимальна кількість балів, що виставляється здобувачу вищої освіти за виконання контрольної роботи складає 80 балів.

71 – 80 балів виставляється, якщо під час проведення контрою було виявлено:

1. наявність у студента всебічних, повних, глибоких інтегрованих знань програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання запропонованого варіанту;
2. вміння студента в письмовій та усній формі чітко, вичерпно і правильно викласти відповіді на питання запропонованого варіанту;
3. глибоке розуміння студентом взаємозв'язку головних понять і положень предмета, розуміння значення цих положень і понять для майбутньої професії;
4. високий рівень підготовленості студента з питань курсу до подальшої роботи над вдосконаленням рівня своєї професійної кваліфікації.

У відповідях студентів не має бути значних помилок. Робота виконана на 80 балів демонструє наявність у студента творчих здібностей.

61 – 70 балів виставляється, коли студент письмово відповів на всі запитання, засвоїв всю навчальну програму відповідного модуля. У відповідях можлива не більш як одна незначна помилка або виявлено декілька неточностей.

31 – 60 балів виставляється, коли студент дав відповіді на питання всіх завдань, але при цьому можуть проявитися певні прогалини у засвоєнні програми модуля. У відповідях можуть зустрітися не більше як одна груба помилка або декілька значних та істотних неточностей.

0 – 30 балів виставляється за роботу, яка засвідчує про наявність у студента великих та суттєвих прогалин у знаннях основного матеріалу модуля, а у наявних його письмових відповідях є як принципові, так і грубі помилки. Студенти, які не представили письмові відповіді на модульних контрольних роботах, або не з'явилися на модульну контрольну роботу вважаються такими, що одержали 0 балів незалежно від причини невиконання (неявки).

Сумарна оцінка (від 0 до 100 балів) за модуль виставляється у відомість модульного контролю. Модуль зараховується, якщо сумарний бал складає не менше 60 балів, і виконані та зараховані всі завдання, які є складовими модуля.

Здобувач, який не з'явився на модульну контрольну роботу, або ж його модульна оцінка складає від 0 до 34 балів, повинен до проведення підсумкового семестрового контролю покращити цю оцінку принаймні до показника не менше 35 балів у строки, визначені викладачем дисципліни. Без такого покращення він до семестрового контролю не допускається.

Підсумкова модульна оцінка з даної навчальної дисципліни визначається як середнє арифметичне результатів двох модульних контролів та виставляється у відомість модульного контролю за 100-бальною шкалою, шкалою ЄКТС та національною шкалою (див. табл. «Шкала оцінювання: національна та ECTS»).

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «Термодинаміка» здійснюється у формі іспиту.

Іспит проводиться в усній формі. Оцінка виставляється за 100-бальною шкалою та національною 5-бальною шкалою. Відомість результатів оформлюється за системою ECTS.

Оцінка «відмінно» виставляється, якщо під час проведення екзамену було виявлено:

1. Наявність у студента всебічних, повних, глибоких інтегрованих знань програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання запропонованого варіанту.
2. Вміння студента в письмовій та усній формі чітко, вичерпно і правильно викласти відповіді на питання запропонованого варіанту.

3. Глибоке розуміння студентом взаємозв'язку головних понять і положень предмета, розуміння значення цих положень і понять для майбутньої професії.
4. Високий рівень підготовленості студента з питань курсу до подальшої роботи над вдосконаленням рівня своєї професійної кваліфікації.

У відповідях студентів не має бути значних помилок. Відмінно виконана робота демонструє наявність у студента творчих здібностей.

Оцінка «добре» виставляється, коли студент відповів на всі запитання, засвоїв всю навчальну програму курсу. У відповідях, які оцінені на «добре», можлива не більш як одна незначна помилка або виявлено декілька неточностей. Студент спроможний з допомогою літератури ліквідувати всі недоліки у відповідях.

Оцінка «задовільно» виставляється, коли студент дав відповіді на питання всіх завдань, але при цьому можуть проявитися певні прогалини у засвоєнні програми курсу. У відповідях, які оцінені на «задовільно», можуть зустрітися не більше як одна груба помилка або декілька значних та істотних неточностей.

Оцінка «незадовільно» виставляється за відповідь, яка засвідчує про наявність у студента великих та суттєвих прогалин у знаннях основного матеріалу курсу, а у наявних його відповідях є як принципові, так і грубі помилки.

Переведення результатів, отриманих за національною 5-бальною шкалою у 100-бальну шкалу оцінювання в та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		Іспит та диференційований залік
90 – 100	**A**	відмінно
82-89	**B**	добре
74-81	**C**	
64-73	**D**	задовільно
60-63	**E**	
35-59	**FX**	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	**F**	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» (0-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни і скласти іспит.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до екзаменаційної відомості.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

Тема 1.Вступ.

Предмет статистичної фізики і термодинаміки. Макро і мікроопис. Термодинамічний та статистичний методи дослідження макросистем.

Тема 2. Опис макроскопічної системи за допомогою термодинамічних величин.

Макроскопічні параметри та макростан системи. Зовнішні і внутрішні параметри. Термічне і калоричне рівняння. Стан термодинамічної рівноваги. Рівноважні і нерівноважні процеси. Постулати і начала термодинаміки. Ентропія, абсолютна температура. Основне рівняння і основна нерівність термодинаміки. Зв'язок між термічним і калоричним рівняннями. Основні ТД процеси і їх рівняння для ідеаль-ного газу.

Тема 3. Термодинамічні цикли.

Цикл Карно і теореми Карно. Абсолютна шкала температур. Третє начало термодинаміки і наслідки з нього.

Тема 4. Термодинамічні потенціали.

Метод циклів і метод термодинамічних потенціалів. Вільна енергія, енергія Гіббса, ентальпія. Охолодження газів. Процес Джоуля-Томсона.

Тема 5. Термодинаміка систем із змінним числом частинок.

Системи із змінним числом частинок. Хімічний потенціал та великий термо-динамічний потенціал. Термодинамічні потенціали складних систем. Стержень у зовнішньому магнітному полі. Явище магнітострикції та п'єзомагнітний ефект. Магнітне охолодження.

Модуль 2

Тема 6. Застосування термодинамічних функцій для вивчення умов рівноваги.

Загальні умови термодинамічної рівноваги. Гетерогенні системи. Рівновага в двофазній однокомпонентній системі. Крива фазової рівноваги. Критична точка. Правило фаз Гіббса.

Тема 7. Умови рівноваги в системі «тверде тіло – рідина» та «рідина – газ».

Поверхневі явища. Механічна рівновага для сферичної поверхні. Зародки нової фази. Критичний радіус краплі. Рівняння Ван-дер-Ваальса і фазова рівновага. Правило Максвелла. Закон відповідних станів.

Тема 8. Класифікація фазових переходів.

Класифікація фазових переходів. Рівняння Клаузіуса для фазових переходів І-роду. Фазовий перехід рідина-пара. Рівняння Еренфеста для фазових переходів ІІ-роду. Фазовий перехід провідник-надпровідник.

Тема 9. Рівновага в багатокомпонентних системах.

Рівновага в гомогенній системі. Закон діючих мас. Рівняння Вант-Гоффа. Закон розведення Оствальда. Формула Саха для теплової іонізаційної рівноваги.

Тема 10. Основні положення термодинаміки нерівноважних систем.

Локальна рівновага. Потоки і термодинамічні сили. Лінійні процеси. Перехресні ефекти. Співвідношення взаємності Онсагера. Рівняння балансу і закони збереження. Принцип Ле-Шательє.

Тема 11. Термоелектричні явища.

Термоелектричні явища. Ефект Зеєбека, ефект Пелтьє, ефект Томсона.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання:					
	Усього	у тому числі				
		лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
Модуль 1						
Тема 1. Вступ	8	2	2			4
Тема 2. Опис макроскопічної системи за допомогою термодинамічних величин.	10	2	2			6
Тема 3. Термодинамічні цикли.	8	2	2			4
Тема 4. Термодинамічні потенціали.	16	4	6			6
Тема 5. Термодинаміка систем із змінним числом частинок.	6	2	2			2
Модульна контрольна робота	1		1			
Разом за модуль	49	12	15	0	0	22
Модуль 2						
Тема 6. Застосування термодинамічних функцій для вивчення умов рівноваги.	6	2				4
Тема 7. Умови рівноваги в системі «тверде тіло – рідина» та «рідина – газ».	6	2	2			2
Тема 8. Класифікація фазових переходів.	6	2				4
Тема 9. Рівновага в багатокомпонентних системах.	8	2	2			4
Тема 10. Основні положення термодинаміки нерівноважних систем.	8	2				6
Тем 11. Термоелектричні явища.	6	2				4
Модульна контрольна робота	1		1			
Разом за модуль	41	12	5	0	0	24
Разом за семестр	90	24	20	0	0	46

6.3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1	Основні поняття і вихідні положення термодинаміки	2
2	Термодинамічні коефіцієнти	2
3	Термодинамічні цикли	2
4	Термодинамічні потенціали. Метод якобіанів	4
5	Процес Джоуля-Томсона для газу Ван-дер-Ваальса	2
6	Критичний радіус краплі.	4
7	Умови термодинамічної рівноваги	2
	Модульні контрольні роботи	2
	Разом за семестр	20

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1	Термодинамічний та статистичний методи дослідження макросистем	4
2	Основні ТД процеси і їх рівняння для ідеального газу	6
3	Цикл Карно. Абсолютна шкала температур	4
4	Застосування процесу Джоуля-Томсона для охолодження газів	4
5	Магнітне охолодження	4
6	Потрійна точка	4
7	Закон відповідних станів	2
8	Фазовий перехід провідник-надпровідник	4
9	Формула Саха для теплової іонізаційної рівноваги	4
10	Рівняння балансу і закони збереження. Принцип Ле-Шательє	6
11	Ефект Пелтьє, ефект Томсона	4
	Разом за семестр	46

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби: Мультимедійний проектор Epson EB-X05 з екраном EliteScreens.
Обладнання: Ноутбук Lenovo V15-ADA (AMD Ryzen 3, RAM 8GB, SSD 256GB).
Програмне забезпечення: Windows 10.
Інформаційні технології та засоби онлайн навчання: система електронного навчання Moodle https://moodle.uzhnu.edu.ua, корпоративна електронна пошта УжНУ;
електронний репозитарій ДВНЗ «УжНУ» https://dspace.uzhnu.edu.ua,
сайт УжНУ https://www.uzhnu.edu.ua, інформаційні ресурси в мережі Інтернет.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Рубіш В. В. Конспект лекцій з курсу «Термодинаміка та статистична фізика»: навчальний посібник. / В.В. Рубіш. – Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2020. – 152 с. – Режим доступу: https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/37789
2. Решетняк С. О. Теоретична фізика. Статистична фізика та термодинаміка. Основні принципи статистики та термодинаміки [Електронний ресурс]: навчальний посібник. / С. О. Решетняк, В. Ф. Русаков. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 136 с. – Режим доступу: https://ela.kpi.ua/items/8d3d0a9c-214f-4a92-aeb8-a15cc3f19fe0
3. Венгер Є.Ф., Грибань В.М., Мельничук О.В. Основи теоретичної фізики. – Київ: Вища школа, 2011. – 430 с.
4. Гомонай О.В., Філін Д.В., Кравцов О.В. Сто задач з термодинаміки та статистичної фізики. Навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 41 с.
5. Андреєв В. О., Пінкевич І.П. Термодинаміка та статистична фізика. Конспект лекцій. Частина 1. – Київ: Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, 2023. – 82 с.

Допоміжна література

1. Дудик М.В. Термодинаміка і статистична фізика (курс лекцій): навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів фізико-математичних спеціальностей. / М.В. Дудик. – Умань: ПП «Жовтий», 2015. – 132 с.
2. Федорченко А.М. Теоретична фізика. Том 2. Квантова механіка, термодинаміка і статистична фізика. – Київ: Вища школа, 1993. – 414 с.
3. Приходько М.А. Герасимов Г.Г. Термодинаміка та теплопередача. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2008. – 250 с.
6. Дубровська В.В., Шкляр В.І. Термодинаміка та теплообмін. Навчальний посібник. – Київ: НТУУ«КПІ», Вид-во «Політехніка», 2016. – 152 с.
7. Булавін Л.А., Гаврюшенко Д.А., Сисоєв В.М. Основи термодинаміки. Навчальний посібник для студентів фізичних та інженерно-фізичних факультетів університетів. – Київ: Видавничий центр «Київський університет», 2004. – 165 с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. Introduction to Statistical Mechanics – Режим доступу: https://web.stanford.edu/~peastman/statmech/#

Додаток 2

Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від «____»_____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____ _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від «____»_____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____ _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від «____»_____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____ _____

(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від «____»_____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____ _____
(підпис) (Прізвище ініціали)