

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»**

Фізико-технічний факультет

Кафедра фізики і методики викладання

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«Статистична фізика і термодинаміка»**

Освітня програма – Фізика і астрономія

Спеціальність 104 – Фізика і астрономія

Галузь знань – 10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від “27” серпня 2018 р.

м. Івано-Франківськ - 2018

## ЗМІСТ

| <b>1. Загальна інформація</b>   |  |
|---|--|
| <b>Назва дисципліни</b>   | Статистична фізика і термодинаміка   |
| <b>Викладач</b>   | Кланічка В.М., професор, кандидат фізико-математичних наук   |
| <b>Контактний телефон викладача</b>   | 0502935801   |
| <b>Е-mail викладача</b>   | v.klanichka@gmail.com  |
| <b>Формат дисципліни</b>  | нормативна   |
| <b>Обсяг дисципліни</b>   | 3 кредити  |
| <b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>   | <a href="https://classroom.google.com/u/0/c/NDM1MTI3OTMyMTJa">https://classroom.google.com/u/0/c/NDM1MTI3OTMyMTJa</a><br><a href="http://www.d-learn.pu.if.ua/">http://www.d-learn.pu.if.ua/</a> |
| <b>Консультації</b>   | щотижня  |
| <b>2. Анотація до курсу</b>   |  |
| Курс термодинаміка і статистична фізика є фундаментальним розділом основного курсу теоретичної фізики і є базовим для ряду спеціальних курсів.  |  |
| <b>3. Мета та цілі курсу</b>  |  |
| <p>Мета навчальної дисципліни полягає у формуванні у студентів знань про завершальний розділі теоретичної фізики - статистичної фізики і термодинаміки, у навчанні можливостям використання статистичних методів в різних областях фізики конденсованих і складних систем, радіофізики і радіотехніки.</p> <p>Основна мета дисципліни «Статистична фізика і термодинаміка» - дати студентам глибокі знання основних термодинамічних і статистичних закономірностей макроскопічних систем, а так само навчити користуватися цими законами на практиці. Засвоївши основні методи статистичної фізики і термодинаміки, студент повинен вміти виконувати необхідні розрахунки фізичних характеристик систем і давати їм фізичну інтерпретацію. Випередження в ряді випадків статистичного підходу термодинамічним і їх органічне поєднання в кожній частині дисципліни дозволяє досягти більшої ясності і глибини в розумінні досліджуваного матеріалу.</p> <p>Мета дисципліни «Статистична фізика і термодинаміка» полягає в оволодінні студентами закономірностей, основних понять і положень фізики макроскопічних систем - термодинаміки і статистичної фізики. В курсі термодинаміки студентам належить оволодіння феноменологічним підходом опису макросистем, який заснований на тепловій формі фундаментального закону фізики - закон збереження енергії. В курсі статистичної фізики студентам належить вивчення основних ідей, понять і уявлень статистичного способу опису макросистем. Студенти повинні засвоїти статистично - імовірнісні методи дослідження багаточастинкових класичних і квантових систем, пов'язані із застосуванням методу статистичних ансамблів Гіббса. Одним із завдань дисципліни є формування фізичного світогляду, що дозволить розглядати фізичні властивості</p> |  |

макроскопічних систем з універсальної і єдиної точки зору. Ця єдність забезпечується поєднанням імовірнісного підходу в описі поведінки окремих мікрочастинок і різних макросистем разом з урахуванням фундаментальних уявлень про будову речовини.

Дисципліна дозволяє розширити базові уявлення студентів, отримані в рамках вивчення наступних навчальних дисциплін: диференціальне та інтегральне числення, диференціальні рівняння, рівняння і методи математичної фізики, ймовірність і статистика, теорії випадкових процесів, статистичного оцінювання і перевірки гіпотез, статистичних методів обробки експериментальних даних, а також дисциплін загальної та експериментальної фізики, основ теоретичної фізики. Спрямована на інтенсифікацію міждисциплінарних зв'язків різних природних наук.

Завдання вивчення дисципліни полягають в наступному:

- виклад основних понять і вихідних положень термодинаміки;
- знайомство з основними законами і рівняннями термодинаміки;
- знайомство з ключовими методами термодинаміки;
- виклад умов рівноваги і стійкості термодинамічних систем;
- знайомство з фазовими переходами першого і другого роду;
- встановлення зв'язку статистичної фізики і термодинаміки;
- знайомство з основними принципами побудови статистичної фізики;
- виклад розподілів Гіббса;
- розгляд ідеального газу, квантового та класичного;
- облік неідеальної газів, в тому числі з кулоновским взаємодією;
- статистичний опис твердих тіл і рідин;
- виклад теорії флуктуацій і основ фізичної кінетики

#### **4. Результати навчання (компетентності)**

##### **Інтегральна компетентність**

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

##### **Загальні компетентності**

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K03. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

K04. Здатність бути критичним і самокритичним.

K05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

K06. Навички міжособистісної взаємодії.

K07. Навички здійснення безпечної діяльності.

K08. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

K09. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

K10. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

K15. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та

закономірностей розвитку предметної області, їх місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

### **Спеціальні (фахові) компетентності**

K16. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

K17. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

K18. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

K19. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.

K20. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.

K21. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.

K22. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

K23. Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.

K24. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

K25. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

K26. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.

K27. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень.

K28. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

K29. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту

## **5. Організація навчання курсу**

### Обсяг курсу

| Вид заняття         | Загальна кількість годин |
|---------------------|--------------------------|
| лекції              | 44 год.,                 |
| семінарські заняття | 46 год.                  |
| самостійна робота   | 180 год.                 |

### Ознаки курсу

| Семестр | Спеціальність | Курс | Нормативний / |
|---------|---------------|------|---------------|
|---------|---------------|------|---------------|

|   |                     |                |   |             |                    |
|---|---------------------|----------------|---|-------------|--------------------|
|   |                     | (рік навчання) | вибірковий                                  |             |                    |
| 3   | Фізика і астрономія | 2 м            | вибірковий                                  |             |                    |
| Тематика курсу  |                     |                |   |             |                    |
| Тема, план  | Форма заняття       | Література     | Завдання, год                               | Вага оцінки | Термін виконання   |
| <b>Тема 1. Основні представлення статистичної фізики.</b> Предмет статистичної фізики і термодинаміки. Макро і мікроопис, фазовий простір, статистичний ансамбль, статистична функція розподілу. Теорема Ліувіля, роль енергії в статистичній фізиці. Мікроканонічний розподіл Гіббса. Статистична вага, ентропія і температура макроскопічної системи. | лекція/с. зан.      | 1-34           | Тестові завдання, практичні заняття. 4 год. | 3           | 01.0<br>6.20<br>20 |
| <b>Тема 2. Статистичне тлумачення законів термодинаміки.</b> Ентропія системи як міра неупорядкованості. Другий закон термодинаміки для нерівноважних процесів, напрямок переходу енергії при контакті нерівноважних систем. Обчислення ентропії і температури ідеального газу за допомогою мікроканонічного розподілу.                                 | лекція/с. зан.      | 1-34           | Тестові завдання, практичні заняття. 4 год. | 3           | 01.0<br>6.20<br>20 |
| <b>Тема 3. Канонічний розподіл Гіббса.</b> Функція канонічного розподілу Гіббса. Застосування канонічного розподілу Гіббса до класичного газу, розподіли Максвелла і Больцмана,   | лекція/с. зан.      | 1-34           | Тестові завдання, практичні заняття. 4 год. | 3           | 01.0<br>6.20<br>20 |
| <b>Тема 4. Термодинамічні функції та основні співвідношення термодинаміки.</b> Термодинамічна рівновага, внутрішня  | лекція/с.           | 1-34           | Тестові завдання                            | 3           | 01.0<br>6.20<br>20 |

|  |                |      |  |   |                    |
|--|----------------|------|--|---|--------------------|
| енергія, кількість тепла і робота. Основна термодинамічна тотожність. Термодинамічні потенціали і співвідношення між термодинамічними похідними. Процеси стисливості, розширення і нагрівання. Адіабатичний процес, рівняння Пуасона.  | зан.           |      | ння, практичн і заняття. 4 год.              |   |                    |
| <b>Тема 5. Термодинамічні функції систем із змінним числом часток.</b> Залежність термодинамічних величин від числа часток, хімічний потенціал. Рівновага у зовнішньому полі.  | лекція/с. зан. | 1-34 | Тестові завдання, практичн і заняття. 4 год. | 4 | 01.0<br>6.20<br>20 |
| <b>Тема 6. Статистична термодинаміка ідеальних і слабонеідеальних газів.</b> Статистична сума і вільна енергія. Термодинамічні функції ідеального класичного газу. Парадокс Гіббса. Слабонеідеальний одноатомний газ - потенціал міжмолекулярної взаємодії, віріальний розклад. Інтерполяційне рівняння Ван-дер-Ваальса, інверсія коефіцієнта Джоуля -Томсона. Термодинамічна теорія збурення. | лекція/с. зан. | 1-34 | Тестові завдання, практичн і заняття. 4 год. | 3 | 01.0<br>6.20<br>20 |
| <b>Тема 7. Статистична термодинаміка плазми.</b> Термодинамічні функції класичної плазми в наближенні Дебая: наближення Дебая-Хюккеля, екранування Дебая, внутрішня і вільна енергія плазми, рівняння стану.   | лекція/с. зан. | 1-34 | Тестові завдання, практичн і заняття. 4 год. | 3 | 01.0<br>6.20<br>20 |
| <b>Тема 8. Рівновага фаз і критичні явища.</b> Умови рівноваги фаз. Діаграми фазової рівноваги. Фазові переходи першого роду. Формула Клапейрона-Клаузіуса. Залежність   | лекція/с. зан. | 1-34 | Тестові завдання,                            | 3 | 01.0<br>6.20<br>20 |

|   |                |      |   |   |                    |
|---|----------------|------|---|---|--------------------|
| тиску від температури уздовж кривої рівноваги рідина-газ, тверда тіло-газ. Критична точка, умови стійкості критичного стану. Критичні параметри для рівняння стану Ван-дер-Ваальса.   |                |      | пратичні заняття. 4год.                     |   |                    |
| <b>Тема 9. Фазові переходи другого роду.</b> Приклади і діаграми фазових переходів другого роду. Феромагнетик поблизу точки Кюрі: наближення самоузгодженого поля, модель Ізінга в наближенні Брегга-Вільямса, термодинамічна теорія Ландау. Критичні показники.  | лекція/с. зан. | 1-34 | Тестові завдання, практичні заняття. 4 год. | 3 | 01.0<br>6.20<br>20 |
| <b>Тема 10. Статистична теорія квантових систем.</b> Статистичний розподіл для квантових систем. Характеристичні температури. Статистична сума та інтеграл для одноатомного газу. Квантова теорія теплоємності ідеальних молекулярних газів: обертальні і коливні ступені вільності, обертальна теплоємність гетероядерних молекул, коливна теплоємність.   | лекція/с. зан. | 1-34 | Тестові завдання, практичні заняття. 4 год. | 3 | 01.0<br>6.20<br>20 |
| <b>Тема 11. Квантові гази.</b> Труднощі класичної статистики. Великий канонічний розподіл Гіббса. Тотожність часток і розподіли Фермі і Бозе. Термодинамічні функції ідеальних квантових газів. Умови виродження класичних властивостей газів. Критерії застосовності розподілу Максвелла-Больцмана. Вироджений електронний газ. Теплоємність Фермі-газу, теплоємність електронів металу й ізотопу гелія-три. Парамагнетизм вільних електронів металу. Однчасткова щільність енергетичних станів ферміонів, походження зонної структури. Вироджений Бозе-газ, конденсація. Термодинаміка рівноважного електромагнітного випромінювання. Реліктове випромінювання. | лекція/с. зан. | 1-34 | Тестові завдання, практичні заняття. 4 год. | 3 | 01.0<br>6.20<br>20 |

|   |                |      |   |   |                    |
|---|----------------|------|---|---|--------------------|
| <p><b>Тема 12. Статистична термодинаміка конденсованих середовищ.</b> Тепловий рух атомів кристалу і проблема теплоємності. Модель Ейнштейна твердого тіла. Термодинаміка твердого тіла в наближенні Дебая, характеристична температура Дебая, достоїнства і недоліки моделі..</p>  | лекція/с. зан. | 1-34 | Тестові завдання, практичні заняття. 4 год. | 4 | 01.0<br>6.20<br>20 |
| <p><b>Тема 13. Флуктуації в макроскопічних системах.</b> Дисперсія і відносні флуктуації. Флуктуації енергії різних термодинамічних систем. Принцип Больцмана і розподіл Гаусса. Флуктуації основних термодинамічних величин. Молекулярне розсіювання світла.</p>   | лекція/с. зан. | 1-34 | Тестові завдання, практичні заняття. 4 год. | 4 | 01.0<br>6.20<br>20 |
| <p><b>Тема 14. Основи нерівноважної термодинаміки.</b> Локалька рівновага. Закони збереження. Потoki і термодинамічні сили. Лінійні закони. Співвідношення взаємності Онзагера. Перехресні ефекти.</p>  | лекція/с. зан. | 1-34 | Тестові завдання, практичні заняття. 4 год. | 4 | 01.0<br>6.20<br>20 |
| <p><b>Тема 15. Броунівський рух і випадкові процеси.</b> Фізичні характеристики броунівського руху. Еволюція малої системи в термостаті. Випадкові стаціонарні марківські процеси. Рівняння Смолуховського. Рівняння Фоккера-Планка та його найпростіше застосування. Спектральні представлення в теорії випадкових процесів.</p> | лекція/с. зан. | 1-34 | Тестові завдання, практичні заняття. 4 год. | 4 | 01.0<br>6.20<br>20 |
| <p><b>Тема 16. Кінетичні рівняння.</b> Рівняння</p>   | лек            | 1-34 | Тест  | 4 | 01.0               |

|   |                    |  |  |  |            |
|---|--------------------|--|--|--|------------|
| Боголюбова для нерівноважних функцій розподілу. Ієрархія масштабів часу і принципи скорочення опису в динамічній теорії Боголюбова. Кінетичне рівняння Боголюбова. Н-теорема. Мікроскопічна зворотність і макроскопічна незворотність. Кінетичне рівняння з релаксаційним членом і його напростіші застосування. Рівняння з самоузгодженим полем Власова. Лінеаризоване рівняння Власова. Плазмові коливання. Затухання Ландау. Коефіцієнти переносу. | ція/<br>с.<br>зан. |  | ові<br>завда<br>ння,<br>прак<br>тичн<br>і<br>заня<br>ття.<br>4<br>год. |  | 6.20<br>20 |
|---|--------------------|--|--|--|------------|

Підсумковий контроль - 50

### 6. Система оцінювання курсу

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Загальна система оцінювання курсу | <p style="text-align: center;"><b>Теоретична підготовка</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Високий, А, 91* – 100, відмінно - 5</b></p> <p>Студент має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень наукової методології, може не тільки вільно матеріалом, але й самостійно довести існування певних закономірностей, принципів, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань</p> <p style="text-align: center;"><b>Вище середнього, середній В, С, 81 – 90;<br/>71 – 80;</b></p> <p style="text-align: center;"><b>дуже добре, добре - 4</b></p> <p>Студент знає і може самостійно сформулювати основні методологічні підходи, принципи їх застосування, , але не завжди може самостійно здійснити критичний аналіз. Студент може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим.</p> <p style="text-align: center;"><b>Достатній, D, E, 61 – 70, 51 - 60</b></p> <p style="text-align: center;"><b>задовільно, посередньо - 3</b></p> <p>Студент відтворює основні поняття і визначення курсу, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні методологічні</p> |
|-----------------------------------|---|

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
|                                   | <p>положення, знає істотні ознаки (засади) основних підходів та їх відмінність, може записати окремі термінологічні дефініції теоретичного положення за словесним формулюванням і навпаки; допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може.</p> <p><b>Низький, FX / F 1 – 51, незадовільно 2</b></p> <p>Відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і методи. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними</p>  |
| <p>Вимоги до письмової роботи</p> | <p><b>Високий, А, 91* – 100, відмінно - 5</b></p> <p>Студент самостійно розв'язує типові ситуаційні задачі різними способами, стандартні, комбіновані й нестандартні казуси з наукової методології, здатний проаналізувати й узагальнити отриманий результат. При виконанні індивідуальних завдань та самостійних робіт студент дотримується усіх вимог, передбачених програмою курсу. Крім того, його дії відрізняються раціональністю, вмінням оцінювати помилки й аналізувати результати</p> <p><b>Вище середнього, середній В, С, 81 – 90;<br/>71 – 80;<br/>дуже добре, добре - 4</b></p> <p>Студент самостійно розв'язує типові (або за визначеним алгоритмом) казуси з наукової методології і завдання, володіє базовими навичками з виконання необхідних логічних операцій та перетворень, може самостійно сформулювати типову задачу за її словесним описом, скласти типову схему та обрати раціональний метод розв'язання, але не завжди здатний провести аналіз і узагальнення результату.</p> <p><b>Достатній, D, E, 61 – 70, 51 - 60<br/>задовільно, посередньо - 3</b></p> |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>Студент може розв'язати найпростіші типові задачі за зразком, виявляє здатність виконувати основний елементарний аналіз конкретних наукових методів, але не спроможний самостійно сформулювати задачу за словесним описом і визначити метод її розв'язання. При вирішенні фабули студент виконує роботу за зразком, але з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи</p> <p style="text-align: center;"><b>Низький, FX / F 1 – 51, незадовільно 2</b></p> <p>Студент знає основні терміни та вміє розрізняти окремі закономірності. Вміє розв'язувати задачі лише на відтворення основних положень методики викладання природничих дисциплін, здійснювати найпростіші логічні операції.</p>  |
| Семінарські заняття   | -  |
| Умови допуску до підсумкового контролю  | <p>Студент допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав сумарно 25 балів і вище.</p> <p>Студент не допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав менше 25 балів. У цьому випадку студенту у відомості робиться запис "<i>не допущений</i>" і виставляється набрана кількість балів. Допускається, як виняток, з дозволу декана факультету за заявою, погодженою з відповідною кафедрою, одноразове виконання студентом додаткових видів робіт з навчальної дисципліни (відпрацювання пропущених занять, перескладання змістових модулів, виконання індивідуальних завдань тощо) для підвищення оцінок за змістові модулі.</p> <p>Напередодні екзамену викладач подає доповідну декану про недопуск студентів академічної групи (груп). Відмітка про недопуск у відомості робиться при наявності розпорядження декана.</p> |
| <b>7. Політика курсу</b>  |  |
| <p>Протягом семестру для перевірки знань студентів та контролю за самостійною роботою студента застосовують домашні контрольні роботи, письмові роботи, написання реферату, та оцінки за виконані і здані лабораторні роботи. Проміжний контроль включає проведення модуля у формі тестових завдань, які поєднують питання закритого типу з питаннями</p> |  |

відкритого типу з короткою і довгою відповіддю. Максимальний бал, який студент може отримати за всіма видами контролю – 100 балів, він складається із проміжних модулів та оцінки за лабораторні роботи. Студент повинен самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю. Вважається шахрайством копіювання іншого тесту, підглядання в роботу іншого студента, списування, використання підручника, зошита чи мобільного телефону під час написання модульної, підсумкової роботи, використання шпаргалок, дозволяти іншим копіювати вашу роботу.

У кінці семестру підраховується рейтинг за поточними видами контролю і підраховується загальний рейтинг, який переводиться в оцінку у відповідності до шкали оцінювання.

### 8. Рекомендована література

#### Базова

| № з/п | Автор (автори)            | Назва   | Видавництво, рік        | К-сть екз. |
|-------|---------------------------|---|-------------------------|------------|
| № з/п | Автор (автори)            | Назва   | Видавництво, рік        |            |
| 1.    | Куни Ф.М.                 | Статистическая физика и термодинамика                             | М.: Наука, 1981         |            |
| 2.    | Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.  | Статистическая физика   | М.:Наука, 1976          |            |
| 3.    | Румер Ю.Б., Рывкин М.С.   | Термодинамика, статистическая физика и кинетика                   | М.:Наука, 1977          |            |
| 4.    | Радушкевич Л.В.           | Курс статистической физики  | М.:Просвещение, 1966    |            |
| 5.    | Ноздрев В.Ф. Сенкевич А.А | Курс статистической физики  | М.:Вышш. школа, 1969    |            |
| 6.    | Гиббс Дж. В.              | Термодинамика. Статистическая динамика                            | М.:Наука, 1982          |            |
| 7.    | Больцман Л.               | Лекции по теории газов  | М.: Гостехиздат, 1956   |            |
| 8.    | Боголюбов Н.Н.            | Проблемы динамической теории в статистической физике. Избр. труды | К.: Наукова думка, 1970 |            |
| 9.    | Леонтович М.А.            | Введение в термодинамику. Статистическая физика                   | М.:Наука, 1976          |            |
| 10.   | Хуанг К.                  | Статистическая механика   | М.:Мир, 1967            |            |
| 11.   | Кубо Р.                   | Статистическая механика   | М.: Мир, 1967           |            |

|     |  |   |                                  |  |
|-----|--|---|----------------------------------|--|
| 12. | Уленбек Дж.,<br>Форд Дж.               | Лекции по статистической механике   | М.:Мир, 1965                     |  |
| 13. | Балеску Р.                             | Равновесная и неравновесная статистическая механика. Т.2                                      | М.:Мир, 1978                     |  |
| 14. | Базаров И.П.                           | Термодинамика   | М.:Высш. школа, 1976             |  |
| 15. | Радущкевич Л.В.                        | Курс термодинамики  | М.:Просвещение, 1971             |  |
| 16. | Де Гроот С.,<br>Мазур П                | Неравновесная термодинамика   | М.:Мир, 1967                     |  |
| 17. |  | Сборник задач по теоретической физике. Уч. Пособие для вузов                                  | М.:Высш. школа, 1972             |  |
| 18. | Квасников И. А.                        | Термодинамика и статистическая физика. Т.1. Теория равновесных систем. Термодинамика.         | М.: Едиториал УРСС, 2002 г.      |  |
| 19. | Квасников И. А.                        | Термодинамика и статистическая физика. Т.2. Теория равновесных систем. Статистическая физика. | М.: Едиториал УРСС, 2002 г.      |  |
| 20. | Василевский А.С.,<br>Мултановский В.В. | Статистическая физика и термодинамика. -  | М.: Просвещение, 1985 г.         |  |
| 21. | Ландау Л.Д.,<br>Лифшиц Е.М.            | Теоретическая физика. Т.5. Статистическая физика. Ч.1   | М.: Наука, 1976 г.               |  |
| 22. | Квасников И. А.                        | Термодинамика и статистическая физика. Т.3. Теория неравновесных систем.                      | М.: Едиториал УРСС, 2003 г.      |  |
| 23. | Квасников И.                           | А. Термодинамика и статистическая физика. Т.4. Квантовая статистика.                          | М.: Едиториал УРСС, 2005 г.      |  |
| 24. | Пригожин И.,<br>Кондепуди Д.           | Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур.                  | М.: Мир, 2002г.                  |  |
| 25. | Захаров А.Ю.                           | Функциональные методы в классической статистической физике.                                   | Великий Новгород: НовГУ, 2006 г. |  |

|     |                              |  |                           |  |
|-----|------------------------------|--|---------------------------|--|
| 26. | Киттель Ч.                   | Статистическая термодинамика.                                    | М.: Наука, 1977 г.        |  |
| 27. | М.А. Леонтович..             | Статистическая физика.   | М.: Лань, 1983 г          |  |
| 28. | Шредингер Э.                 | Статистическая термодинамика.                                    | Иж.: РХД, 1999 г.         |  |
| 29. | Фейнман Р.                   | Статистическая механика. г. 11.Д.Н.                              | М.: Мир, 1978             |  |
| 30. | Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. | Физическая кинетика.   | М.: Наука, 1979 г.        |  |
| 31. | Ансельм А.И.                 | Основы статистической физики и термодинамики.                    | М.: Наука, 1973 г.        |  |
| 32. | Климонтович Ю.Л.             | Статистическая физика.   | М.: 1982 г.               |  |
| 33. | Базаров И.П                  | Методологические проблемы статистической физики и термодинамики. | М.: Изд-во МГУ, 1979 г.   |  |
| 34. | Васильев А.Д.                | Введение в статистическую физику. -                              | М.: Высшая школа, 1980 г. |  |

Викладач \_\_\_\_\_ проф. Кланічка В.М.