

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Волинський національний університет імені Лесі Українки**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ**

**КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧНОЇ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ФІЗИКИ**

**ІМЕНІ А.В. СВИДЗИНСЬКОГО**

**СИЛАБУС**

**вибіркового освітнього компонента**

**ТЕОРІЯ НАДПЛИННОСТІ**

**підготовки**

Магістра

Луцьк – 2026

**Силабус освітнього компонента «ТЕОРІЯ НАДПЛИННОСТІ»** підготовки магістра.

**Розробник:** Шигорін Павло Павлович, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри теоретичної та комп'ютерної фізики імені А.В. Свідзинського.

**Погоджено**

Гарант освітньо-професійної програми:

Сахнюк В.Є.

**Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри теоретичної та комп'ютерної фізики імені А.В. Свідзинського.**

протокол № 6 від 10 лютого 2026 р.

Завідувач кафедри: \_\_\_\_\_ (Сахнюк В.Є.)

© Шигорін П.П., 2026

## I. Опис освітнього компонента

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика освітнього компонента
Денна форма навчання	<b>Е Природничі науки, математика та статистика</b>  <b>E5 Фізика та астрономія</b>  <b>Фізика та астрономія</b>  <b>Магістр</b>	<b>Вибіркова</b>
Кількість годин/кредитів <b>120/4</b>		Рік навчання <b>1</b>
ІНДЗ: немає		Семестр <b>1</b>
		Лекції <b>10 год</b>
		Практичні <b>14 год</b>
		Самостійна робота <b>88 год</b>
		Консультації <b>8 год</b>
	Форма контролю: <b>залік</b>	
<b>Мова навчання</b>	українська	

## II. Інформація про викладача

Прізвище, ім'я та по батькові

[Шигорін Павло Павлович](#)

Науковий ступінь

доцент

Вчене звання

кандидат фізико-математичних наук

Посада

доцент

e-mail

Shygorin.Pavlo@vnu.edu.ua

Дні занять (*посилання на електронний розклад*)

<http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi>

## III. Опис освітнього компонента

### 1. Анотація курсу

Вибіркова навчальна дисципліна «Теорія надплинності» спрямована на вивчення фізичних основ і теоретичних моделей надплинного стану квантових рідин. У курсі розглядаються явище надплинності, мікроскопічні та феноменологічні теорії надплинності, дворідинна модель, елементарні збудження, квантовані вихори та надплинний транспорт. Особлива увага приділяється математичному опису надплинних систем і аналізу експериментально спостережуваних ефектів.

### 2. Мета і завдання освітнього компонента

Метою освітнього компонента є формування у здобувачів освіти системних знань про фізичну природу надплинності та оволодіння теоретичними методами опису квантових рідин, а також розвиток здатності аналізувати надплинні явища на основі сучасних моделей і підходів теоретичної фізики.

Головні завдання освітнього компонента «Теорія надплинності»:

- 1) ознайомлення з експериментальними фактами та фізичною природою надплинності;
- 2) вивчення феноменологічних і мікроскопічних теорій надплинного стану;
- 3) формування розуміння дворідинної моделі надплинних рідин;
- 4) аналіз спектра елементарних збуджень у надплинних системах;

- 5) вивчення властивостей квантованих вихорів і надплинного руху;
- 6) розвиток навичок теоретичного аналізу та інтерпретації надплинних явищ.

### 3. Soft skills

1. Аналітичне та абстрактне мислення;
2. Здатність працювати з математично складними фізичними моделями;
3. Уважність до теоретичних припущень і логічних висновків;
4. Проблемно-орієнтоване мислення;
5. Навички самостійного опрацювання наукової літератури;
6. Академічна комунікація та аргументоване представлення теоретичних результатів..

### 4. Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лекції	Практ.	Сам. робота	Конс.	*Форма контролю /Бали	Терміни виконання
<b>Змістовий модуль 1</b>							
<b>Тема 1. Явище надплинності та його експериментальні прояви.</b> Надплинність гелію-II. Критична швидкість. Основні експериментальні факти.	28	2	4	20	2	РЗ/20	Згідно розкладу
<b>Тема 2. Феноменологічна теорія надплинності та дворідинна модель.</b> Нормальна і надплинна компоненти. Рівняння Ландау–Тісси.	21	2	2	16	1	РЗ/20	Згідно розкладу
<b>Тема 3. Мікроскопічні основи надплинності.</b> Бозе-конденсація. Спектр елементарних збуджень. Критерій Ландау.	21	2	2	16	1	РЗ/20	Згідно розкладу
<b>Тема 4. Квантовані вихори та надплинний рух.</b> Квантування циркуляції. Вихрові структури в надплинних системах.	28	2	4	20	2	РЗ/20	Згідно розкладу
<b>Тема 5. Надплинність у квантових системах і сучасні напрями досліджень.</b> Надплинність у бозе-га фермі-системах. Надплинність у холодних атомних газах.	22	2	2	16	2	РЗ/20	Згідно розкладу
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>120</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>88</b>	<b>8</b>	<b>100</b>	

<b>Всього годин/балів</b>	<b>120</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>88</b>	<b>8</b>	<b>100</b>	
---------------------------	------------	-----------	-----------	-----------	----------	------------	--

\*Форма контролю: РЗ – розв’язування задач.

### Завдання для самостійного опрацювання

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Аналіз експериментальних проявів надплинності в гелії-II	20
2	Гідродинаміка дворідинної моделі надплинної рідини.	16
3	Модель слабконейдеального бозе-газу.	16
4	Квантові вихори в надплинних системах.	20
5	Кроссовер БЕК-БКШ в ультрахолодних фермі-газах.	16
	<b>Разом</b>	88

### IV Політика оцінювання

#### Політика викладача щодо студента

Для одержання високого рейтингу необхідно виконувати наступні умови: – не пропускати навчальні заняття, не спізнюватися на них та не займатися сторонніми справами на заняттях;

- чітко й вчасно виконувати навчальні завдання та завдання для самостійної роботи;
- виключати мобільний телефон під час занять і під час контролю знань;
- брати участь у контрольних заходах (поточний, підсумковий та контроль самостійної роботи).

Бали поточного контролю за кожен тему визначаються оцінкою за виконане домашнє завдання. Максимальною кількістю балів оцінюється робота виконана правильно із докладними поясненнями, вчасно і самостійно.

Роботи, які містять ознаки плагіату оцінюються нульовим балом.

Згідно [«Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки»](#) від 29 серпня 2024 року студентів можуть бути зарахованими результати навчання, які отримані у формальній, неформальній та/або інформальній освіті.

У даному курсі передбачено заохочувальні бали за наукову діяльність студента у галузі фізики конденсованого стану, які становлять у сумі не більше +10 балів. За публікацію тез доповідей на конференції додатково нараховується +5 балів, за публікацію статті у фаховому виданні +10 балів.

#### Політика щодо академічної доброчесності

Прослуховуючи цей курс, Ви погодились виконувати положення принципів академічної доброчесності:

- виконувати усі поточні завдання та підсумковий контроль самостійно без допомоги сторонніх осіб;
- списування під час контрольних заходів (в т. ч. із використанням мобільних пристроїв) заборонено;
- надавати для оцінювання лише результати власної роботи;
- не вдаватися до кроків, що можуть нечесно покращити Ваші результати чи погіршити/покращити результати інших студентів;
- не публікувати відповіді на питання, що використовуються в рамках курсу для оцінювання знань студентів.

Викладач та всі здобувачі, що вивчають цей курс, зобов'язуються дотримуватись положень [Кодексу академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки](#), і розуміють, що за його порушення несуть особисту відповідальність.

### Політика щодо дедлайнів та перескладання

Домашня робота вважається виконаною вчасно, якщо викладач отримав її рукопис або електронний варіант не пізніше 23:59 останньої доби перед початком наступного практичного заняття. Роботи одержані із запізненням оцінюються зі штрафом з розрахунку -20% балів за одну добу.

Студент має право оскаржити результати оцінювання його діяльності шляхом написання листа на ім'я директора інституту, у якому аргументовано вказано з яким значенням оцінки його діяльності він не погоджується.

### Загальні критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти

Оцінка	Критерії оцінювання
100-90% балів	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу, вільно послуговується науковою термінологією, наводить аргументи на підтвердження власних думок, здійснює аналіз та робить висновки.
89-75% балів	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу, послуговується науковою термінологією. Але при висвітленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі неістотні неточності та незначні помилки.
74-60% балів	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який відтворює значну частину навчального матеріалу, висвітлює його основний зміст, виявляє елементарні знання окремих положень. Не здатний до глибокого, всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, не користується необхідною літературою, допускає істотні неточності та помилки.
59-25% балів	Оцінюється робота здобувача освіти, який не володіє навчальним матеріалом у достатньому обсязі, проте фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає окремі питання освітнього компонента, не розкриває зміст теоретичних питань і практичних завдань.
24-1% балів	Оцінюється робота здобувача освіти, який не в змозі викласти зміст більшості питань теми та освітнього компонента, володіє навчальним матеріалом на рівні розпізнавання явищ, допускає істотні помилки, відповідає на запитання, що потребують однослівної відповіді.
0% балів	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його висвітлити, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань.

## V. Підсумковий контроль

Підсумковий контроль проводиться у формі заліку. Оцінювання відбувається згідно з [Положенням про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів вищої освіти Волинського національного університету імені Лесі Українки](#). Залік виставляється за результатами поточної роботи за умови, що здобувач освіти виконав ті види навчальної роботи, які визначено силабусом ОК. Залік отримують студенти, які набрали не менше 60 балів.

Якщо здобувач освіти протягом поточної роботи набрав менше як 60 балів він складає залік під час ліквідації академічної заборгованості. У цьому випадку бали, набрані під час поточного оцінювання анулюються. Максимальна кількість балів на залік під час ліквідації академічної заборгованості 100. Повторне складання заліку допускається не більше як два рази: один раз – викладачеві, другий – комісії, яку створює дирекція інституту.

### Перелік питань на залік

1. Що таке надплинність і за яких умов вона виникає?
2. Основні експериментальні прояви надплинності.
3. Поняття критичної швидкості надплинного руху.
4. Суть дворідинної моделі надплинної рідини.
5. Фізичний зміст нормальної та надплинної компонент.
6. Рівняння Ландау–Тісси та їх інтерпретація.
7. Що таке елементарні збудження в надплинних системах?
8. Спектр збуджень у надплинному гелії.
9. Критерій Ландау надплинності.
10. Роль бозе-конденсації у виникненні надплинності.
11. Що таке квантовані вихори?
12. Квантування циркуляції швидкості.
13. Механізми втрати надплинності.
14. Надплинний транспорт і теплоперенос.
15. Відмінності між надплинністю та надпровідністю.
16. Надплинність у фермі-системах.
17. Надплинність у холодних атомних газах.
18. Обмеження феноменологічних моделей надплинності.
19. Сучасні напрями досліджень надплинності.
20. Фізична інтерпретація теоретичних моделей надплинності.

### Шкала оцінювання знань здобувачів освіти

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка
90–100	Зараховано
82–89	
75–81	
67–74	
60–66	
1–59	Незараховано (необхідне перескладання)

## VI. Рекомендована література та інтернет-ресурси

1. Свідзинський А. В. Математичні методи теоретичної фізики [Текст] : підручник: [у 2 т.] / А. В. Свідзинський. – К. : НАН України, Ін-т теорет. фізики ім. М. М. Боголюбова, 2009 . – ISBN 978-966-02-5132-8 (Ін-т теорет. фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України, 2009.-Вид. 4-е). Т. 2. – К. : [б.в.], 2009. - 436 с. - ISBN 978-966-02-5134-2.
2. Свідзинський А. В. Мікроскопічна теорія надпровідності: монографія. – Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2011. – 422 с.
3. І. В. Стасюк. Функції Гріна у квантовій статистиці твердих тіл, — Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2013.
4. R. Dick, *Advanced Quantum Mechanics*, Springer Nature, Switzerland, 2020. – 811 p.
5. Пітаєвський Л. П., Стрінгарі С. Бозе-Ейнштейнівська конденсація. – Київ: Академперіодика, 2010. – 420 с.
6. Каганов М. І. Квантові рідини та надплинність. – Харків: ХНУ, 2015. – 268 с.
7. Головач Ю. С. Фізика конденсованого стану: квантові ефекти. – Львів: ЛНУ, 2018. – 312 с.
8. MIT OpenCourseWare – *Superfluidity and Bose–Einstein Condensation*
9. arXiv.org – розділ *Condensed Matter Physics (cond-mat)*