Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Навчально-науковий
фізико-технічний інститут
Кафедра прикладної фізики

ФІЗИКА ПЛАЗМИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	Е Природничі науки, математика та статистика
Спеціальність	Е6 Прикладна фізика та наноматеріали
Освітня програма	Прикладна фізика
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	Загальна кількість: (4 кр.) 120 год. Лекційних занять: 30 год. Практичних занять: 16 год. Самостійна робота студентів: 74 год.
Семестровий контроль / контрольні заходи	Залік, поточний контроль, модульна контрольна робота
Розклад занять	http://ipt.kpi.ua/navchalnij-protses
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доцент, к.ф.-м.н., доцент Пономаренко Сергій Миколайович (s.ponomarenko@kpi.ua). Практика: доцент, к.ф.-м.н., доцент Пономаренко Сергій Миколайович.
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/u/2/c/NjU4MTMxNzc0MTkw

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Метою курсу є підвищення загального рівня знань здобувачів вищої освіти, введення їх у коло явищ, які розглядає фізика плазмі, ознайомлення їх з основними термінами, поняттями, методами і ідеями, що були розвинуті в цій науці, підготовка їх до самостійної роботи із оригінальною науковою літературою.

Предметом вивчення є характерні явища в системах заряджених частинок: особливості колективного руху заряджених частинок завдяки їх електромагнітній взаємодії, та особливості індивідуального руху окремих заряджених частинок в електричних та магнітних полях.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі вищої освіти після засвоєння навчальної дисципліни «Фізика плазми» мають продемонструвати такі результати навчання:

Загальні компетентності ОПП

ЗК 1: Здатність до абстрактного та аналітичного мислення, розуміння основних концепцій, парадигми та ідей прикладної фізики.
ЗК 2: Здатність до навчання та самонавчання шляхом пошуку, аналізу та конструктивного синтезу інформації з різних джерел.
ЗК 8: Здатність до кваліфікованого проведення досліджень на відповідному рівні під керівництвом фахівців, включаючи аналіз проблем, постановку цілей і завдань, вибір методів дослідження та аналіз отриманих результатів.

Фахові компетентності ОПП

ФК 2: Здатність до безперервного поглиблення фундаментальних знань та систематичного вивчення та аналізу нової науково-технічної інформації, світового досвіду в галузі прикладної фізики та наноматеріалів.
ФК 3: Здатність застосовувати теоретичні знання для аналізу фізичних систем, явищ і процесів в галузі прикладної фізики та наноматеріалів.
ФК 8: Здатність використовувати методи і засоби математичного моделювання для опису фізичних об'єктів та процесів.
ФК 9: Здатність використовувати знання про фізичну природу об'єктів у роботах по створенню нових приладів, апаратури, систем, обладнання, речовин і матеріалів (наноматеріалів).
ФК 11: Здатність до вибору методів дослідження структури, складу та властивостей матеріалів (наноматеріалів), що використовуються або застосовуються в фізичних, біофізичних та енергетичних системах, вибору оптимальних параметрів дослідження і розуміння границь застосування обраного методу.

Програмні результати навчання з ОПП

ПРН 1: Знання окремих розділів прикладної фізики на рівні, необхідному для виконання експериментальних досліджень та аналізу результатів в контексті існуючих теорій за умов невизначеності і неповноти експериментальних даних.
ПРН 2: Знання методів теоретичної фізики, спеціальних розділів вищої математики, програмування, прикладних програм і методів обчислення на рівні, необхідному для аналізу і моделювання фізичних процесів і систем.
ПРН 4: Знання методів теоретичної фізики, спеціальних розділів вищої математики на рівні, необхідному для розуміння функціонування та моделювання процесів, що відбуваються в технологічних та технічних системах, в тому числі інформаційних.
ПРН 9: Вміння застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів, нових матеріалів і наукоємних технологій в області біофізики, енергетичних та інформаційних систем (залежно від освітньої траєкторії).
ПРН 10: Вміння вибирати методи та інструментальні засоби проведення досліджень в одній із галузей прикладної фізики (залежно від освітньої траєкторії), користуватись обладнанням та устаткуванням для здійснення фізичного експерименту.
ПРН 13: Вміння використовувати сучасні методи і технології наукової комунікації українською та іноземною мовами, вміння читати та розуміти фахові англомовні джерела.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для опанування дисципліни здобувачі вищої освіти повинні володіти базовими знаннями з вищої математики (математичний і тензорний аналіз) та загальної й теоретичної фізики, зокрема ро-

зуміти основи механіки, термодинаміки й молекулярної фізики, електрики та магнетизму, оптики, теорії поля та електродинаміки суцільних середовищ.

Також повинні вміти використовувати математичний апарат: операції з матрицями, диференціювати, інтегрувати.

Засвоєні теоретичні знання та отримані практичні навички під час вивчення навчальної дисципліни «Фізика плазми» можна використовувати в навчальних дисциплінах, пов'язаних з вивченням явищ, технологій та методик, в яких використовуються або розглядаються явища пов'язані із плазмою, або з системами заряджених частинок (плазмові та іонно/електронно променеві технології та експериментальні методики/обладнання).

Взаємозв'язок тем самої дисципліни показано на рис. 1: стрілка веде від теми, на яку спирається виклад, до теми, що її використовує. Номери тем збігаються з номерами рядків таблиці в розділі «Методика опанування навчальної дисципліни».



Рис. 1: Залежності між темами курсу

3. Зміст навчальної дисципліни

Курс складається з дванадцяти розділів: плазма як іонізований газ і колективне середовище; колективні коливання та хвилі в плазмі; рух зарядженої частинки в електричному та магнітному полях; зіткнення, провідність та перенос у плазмі; гідродинамічний та магнітогідродинамічний опис; хвилі в замагніченій плазмі; кінетичний опис плазми; загальний принцип нестійкості плазми; магнітне утримання плазми; керований термоядерний синтез; низькотемпературна плазма та газовий розряд; основні масштаби, режими та межі моделей.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Нижче наводиться перелік навчальних матеріалів та ресурсів для засвоєння матеріалу, розглядуваного на лекційних заняттях та для додаткового вивчення.

Підручники та посібники

1. С. М. Пономаренко. Елементи фізики плазми. Препринт. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026.
2. І. О. Анісімов. Фізика плазми. Конспект лекцій. Київ: КНУ ім. Тараса Шевченка, 2018. 229 с.
3. О. Г. Ситенко та В. М. Мальнєв. Основи теорії плазми. Київ: Наукова думка, 1996. ISBN: 5-12-003664-9.
4. А. Г. Загородній та В. І. Засенко. Вступ до кінетичної теорії плазми. Київ: Академперіодика, 2006. ISBN: 966-360-043-1.

Додаткова

5. Francis F. Chen. Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion. 3-е вид. Cham: Springer, 2016. ISBN: 978-3-319-22308-7. DOI: 10.1007/978-3-319-22309-4.
6. Donald A. Gurnett та Amitava Bhattacharjee. Introduction to Plasma Physics: With Space, Laboratory and Astrophysical Applications. 2-е вид. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. ISBN: 978-1-107-02737-4. DOI: 10.1017/9781139226059.
7. Paul M. Bellan. Fundamentals of Plasma Physics. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. ISBN: 978-0-521-82116-2. DOI: 10.1017/CBO9780511807183.
8. Jeffrey P. Freidberg. Plasma Physics and Fusion Energy. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. ISBN: 978-0-521-85107-7. DOI: 10.1017/CBO9780511755705.
9. Thomas Howard Stix. Waves in Plasmas. New York: American Institute of Physics, 1992. ISBN: 978-0-88318-859-0.
10. Nicholas A. Krall та Alvin W. Trivelpiece. Principles of Plasma Physics. New York: McGraw-Hill, 1973. ISBN: 978-0-070-35346-6.
11. Russell M. Kulsrud. Plasma Physics for Astrophysics. Princeton: Princeton University Press, 2005. ISBN: 978-0-691-12073-7.
12. Richard D. Hazeltine та François L. Waelbroeck. The Framework of Plasma Physics. Boulder: Westview Press, 2004. ISBN: 978-0-7382-0047-7.
13. Eric Priest та Terry Forbes. Magnetic Reconnection: MHD Theory and Applications. Cambridge University Press, 2000. ISBN: 0-521-48179-1.
14. Robert J. Goldston та Paul H. Rutherford. Introduction to Plasma Physics. Bristol: Institute of Physics Publishing, 1995. ISBN: 978-0-7503-0183-1.
15. Thomas J. M. Boyd та Jeffrey J. Sanderson. The Physics of Plasmas. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. ISBN: 978-0-521-45912-9.
16. José A. Bittencourt. Fundamentals of Plasma Physics. 3-е вид. New York: Springer, 2004. ISBN: 978-0-387-20975-3.
17. Dwight R. Nicholson. Introduction to Plasma Theory. New York: Wiley, 1983. ISBN: 978-0-471-09045-8.
18. Michael A. Lieberman та Allan J. Lichtenberg. Principles of Plasma Discharges and Materials Processing. 2-е вид. Hoboken, NJ: Wiley, 2005. ISBN: 978-0-471-72001-0. DOI: 10.1002/0471724254.
19. Yuri P. Raizer. Gas Discharge Physics. Berlin: Springer, 1991. ISBN: 978-3-540-19462-0.
20. Francis F. Chen та Jane P. Chang. Lecture Notes on Principles of Plasma Processing. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2003. ISBN: 978-0-306-47497-2.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Методи навчання. Залежно від джерела подачі і сприйняття навчальної інформації використовуються словесні, наочні та практичні методи; за характером пізнавальної діяльності — пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, частково-пошуковий, дослідницький методи та метод проблемного викладу; за системним підходом до навчального процесу виділяють прийоми і методи організації і проведення навчання, стимулювання і мотивації здобувачів вищої освіти, контролю і самоконтролю в навчанні, а також інтегровані методи.

Інтерактивні методи навчання — словесна і практична взаємодія викладача і здобувача. Активні методи навчання — моделювання професійної діяльності (виконання будь-яких завдань в аудиторних умовах або виробнича практика). Інноваційні методи навчання — оновлені традиційні методи викладання, заняття на основі інформаційно-комунікаційних технологій. Наочний метод навчання заснований на візуальному сприйнятті інформації (відеоролики, таблиці, графіки тощо). Практичний

метод навчання — прийоми і форми навчання, засновані на виконанні практичних завдань. Методи дистанційного навчання — процес навчання на відстані від викладача за допомогою інформаційних ресурсів (онлайн-ресурси); ці методи нічим не відрізняються від традиційних, окрім онлайн-формату.

Лекційні заняття здійснюються з використанням комплексу методів, зокрема проблемного, частково-пошукового, словесного, наочного та інших. Під час проведення практичних занять і при самостійній роботі застосовуються практичний, дослідницький, наочний, словесний, проблемний, частково-пошуковий та інші групи методів. Спеціальні методи навчання: презентації, дискусія, аналітична доповідь, завдання аналітичного характеру, кейсові завдання. За джерелами набуття знань використовується поєднання словесних (монолог), наочних (демонстрація слайдів) і практичних методів навчання.

Лекційні та практичні заняття

Для поглибленого вивчення питань доцільно використовувати не лише рекомендований тематичний лекційний матеріал, а і ті джерела, що вказані в розділі 4.

№	Назва теми лекції та перелік основних питань	Лекції, год	Практичні, год	Самостійне опрацювання
1.	**Плазма: від іонізованого газу до колективного середовища**. Плазма довкола нас: Всесвіт, природна й технічна плазма (оглядово). Що таке плазма, її види й способи отримання. Іонізація, формула Саха. Температура плазми, електронна та іонна компоненти. Квазінейтральність і плазмові коливання. Дебаївське екранування, дебаївська сфера, умова колективності. Слабкозв'язана та сильнозв'язана плазма. Довжина Томаса–Фермі. Шар біля стінки, критерій Бома, зонд Ленгмюра. *Де вивчати:* [1, розд. 0 (огляд, § 0.1 «Що таке плазма?»), с. 14–29, розд. 1, §§ 1.1–1.8, с. 30–53]; [5, §§ 1.2–1.6, с. 2–12, § 8.2 (шар, зонд), с. 269–276]; [2, §§ 2.1–2.2, с. 24–34, § 3.1 (Саха), с. 52–53, § 8.2 (зонди), с. 209–214]. *Читати онлайн (HTML-версія розділу).*	4	2	–
2.	**Колективні коливання та хвилі в плазмі**. Діелектрична проникність холодної плазми. Закон дисперсії, частота відсікання. Ленгмюрівські хвилі. Зіткнення й поглинання електромагнітних хвиль. Відбиття від плазми, критична концентрація. Іоносфера і далекий радіозв'язок. Інтерферометрія і рефлектометрія. *Де вивчати:* [1, розд. 2, §§ 2.1–2.7, с. 57–68]; [5, §§ 4.3–4.4, с. 78–88, §§ 4.12–4.13, с. 106–113]; [2, § 5.1, с. 114–126, § 7.2 (відбиття), с. 171–178]. *Читати онлайн (HTML-версія розділу).*	2	2	–

№	Назва теми лекції та перелік основних питань	Лекції, год	Практичні, год	Самостійне опрацювання
3.	**Рух зарядженої частинки в електричному та магнітному полях**. Рух в однорідному магнітному полі. Дрейфи в схрещених полях: електричний, гравітаційний, градієнтний, відцентровий. Поляризаційний дрейф. Магнітний момент і адіабатичний інваріант. Магнітне дзеркало і конус втрат. Подовжній інваріант. Диполь Землі та радіаційні пояси. Аналізатор енергій і ECE. *Де вивчати:* [1, розд. 3, §§ 3.1–3.8, с. 72–85]; [5, §§ 2.2–2.8, с. 19–49]; [2, §§ 4.1–4.2, с. 81–93]. *Читати онлайн (HTML-версія розділу).*	4	2	–
4.	**Зіткнення, провідність та перенос у плазмі**. Кулонівські зіткнення. Провідність плазми. Теплопровідність плазми. Дифузія в плазмі, амбіполярна дифузія. Температура з опору і з ширини ліній. *Де вивчати:* [1, розд. 4, §§ 4.1–4.5, с. 89–96]; [5, § 5.2.1, с. 148–150, § 5.5, с. 157–164, § 5.6, с. 164–171]; [2, §§ 3.2–3.5, с. 53–80]. *Читати онлайн (HTML-версія розділу).*	2	2	–
5.	**Гідродинамічний та магнітогідродинамічний опис**. Умови застосовності гідродинамічного опису. Дворідинна модель. Перехід до однорідинної МГД. Основне рівняння магнітної гідродинаміки. Альвенівська швидкість і число Альвена. МГД-рівновага та магнітні поверхні. Енергія електромагнітного поля та плазми. Діамагнетизм плазми. Вмороженість магнітного поля та його дифузія. Пересполучення силових ліній. *Де вивчати:* [1, розд. 5, §§ 5.1–5.12, с. 100–123]; [5, гл. 3, с. 51–74, §§ 5.7–5.9, с. 172–178, §§ 6.2–6.4, с. 188–196, § 8.9 (пересполучення), с. 322–324]; [2, § 2.4, с. 44–51]. *Читати онлайн (HTML-версія розділу).*	4	2	–
6.	**Хвилі в замагніченій плазмі**. Відновлювальні сили в плазмі. Звукова та іонно-звукова хвилі. Лінеаризована МГД і загальне дисперсійне рівняння. Альвенівська хвиля. Магнітозвукові хвилі. Високочастотні хвилі в замагніченій плазмі. Межі застосовності МГД-хвиль. *Де вивчати:* [1, розд. 6, §§ 6.1–6.8, с. 127–141]; [5, §§ 4.5–4.6, с. 89–92, §§ 4.14–4.21, с. 113–144]; [2, §§ 5.2–5.3, с. 127–141]. *Читати онлайн (HTML-версія розділу).*	2	2	–

№	Назва теми лекції та перелік основних питань	Лекції, год	Практичні, год	Самостійне опрацювання
7.	**Кінетичний опис плазми**. Функція розподілу та фазовий простір. Моменти функції розподілу. Кінетичне рівняння, рівняння Власова. Максвеллівський розподіл і температура. Від кінетики до гідродинаміки. Лінеаризація кінетичного рівняння та хвильовий відгук. Загасання Ландау. Коли потрібен кінетичний опис. Томсонівське розсіяння. *Де вивчати:* [1, розд. 7, §§ 7.1–7.10, с. 144–161]; [5, §§ 7.1–7.6, с. 211–244]; [2, § 2.3, с. 35–43, § 8.4 (розсіяння), с. 225]. *Читати онлайн (HTML-версія розділу).*	4	–	+
8.	**Загальний принцип нестійкості плазми**. Лінеаризація й дисперсійне рівняння. Джерела енергії нестійкості. Рівновага та стійкість у магнітному полі. Лінійна та нелінійна стадії. Нестійкість Релея–Тейлора та жолобкова нестійкість. Двопотокова нестійкість і нестійкість пучка. Нестійкості анізотропної плазми. Енергетичний принцип. Дрейфові хвилі та аномальний перенос. *Де вивчати:* [1, розд. 8, §§ 8.1–8.15, с. 165–178]; [5, §§ 6.5–6.9, с. 196–210]; [2, §§ 4.3–4.5, с. 94–105, §§ 7.5–7.6, с. 188–201]. *Читати онлайн (HTML-версія розділу).*	2	–	+
9.	**Магнітне утримання плазми**. Проблема утримання. Відкриті пастки, магнітне дзеркало. Пінч-ефект, рівновага z-пінча, співвідношення Беннета. Рівновага θ-пінча. Нестійкості пінча. Тороїдальні системи: токамак і стеларатор. Захоплені частинки й неокласичний перенос. Зсув Шафранова та межа за тиском. *Де вивчати:* [1, розд. 9, §§ 9.1–9.10, с. 182–192]; [5, § 10.2.1, с. 356–386, § 5.10, с. 178–185, § 6.3, с. 190–192]; [2, §§ 4.2, 4.4—4.5, с. 85–93 і 96–105]. *Читати онлайн (HTML-версія розділу).*	2	2	–
10.	**Керований термоядерний синтез**. Реакції та паливо. Кулонівський бар’єр, тунелювання, фактор Гамова. Баланс потужностей і критерій Лоусона. Втрати. Магнітне й інерційне утримання. Від реакції до реактора. Інерційний термоядерний синтез. Сучасний стан досліджень. Нейтронна діагностика. *Де вивчати:* [1, розд. 10, §§ 10.1–10.10, с. 195–204]; [5, § 1.7.2, с. 13–14, § 10.2, с. 356, § 10.4, с. 393–399]; [2, § 4.6, с. 106–113]. *Читати онлайн (HTML-версія розділу).*	2	–	+

№	Назва теми лекції та перелік основних питань	Лекції, год	Практичні, год	Самостійне опрацювання
11.	**Низькотемпературна плазма та газовий розряд**. Іонізація та її швидкість. Пробій газу: механізм Таунсенда і закон Пашена. Тліючий розряд і дуга. Приелектродний шар у розряді. Глобальна модель розряду. Високочастотні джерела плазми. Плазмова обробка матеріалів. Оптична емісія і ВЧ-зонди. *Де вивчати:* [1, розд. 11, §§ 11.1–11.8, с. 207–218]; [5, § 1.7.1, с. 13, § 8.2, с. 269–276, § 10.5, с. 399–404, § 9.5, с. 346–349]; [2, § 1.2, с. 19–23, § 8.2, с. 209–214]. *Читати онлайн (HTML-версія розділу).*	2	–	+
12.	**Основні масштаби, режими та межі моделей**. Просторові та часові масштаби. Зіткнювальний і беззіткнювальний режими. Вибір моделі за масштабами. Ієрархія масштабів у магнітному утриманні. Від кінетики до МГД. Безрозмірні параметри МГД. Межі простих моделей. Що вимірюють на якому масштабі. *Де вивчати:* [1, розд. 12, §§ 12.1–12.9, с. 221–229]; [5, §§ 1.5–1.6, с. 11–12, § 3.6, с. 73–74, § 4.7, с. 92–93]; [2, § 3.3, с. 57–62, § 8.1, с. 202–208]. *Читати онлайн (HTML-версія розділу).*	–	–	+
	Модульна контрольна робота. Письмова робота на практичному занятті за матеріалом лекцій і практичних занять.	–	2	–
	Разом	**30**	**16**	**–**

Послідовність і обсяг аудиторної роботи показано на рис. 2: ширина кожного блока пропорційна кількості годин, а номер над ним — номер теми в таблиці вище.

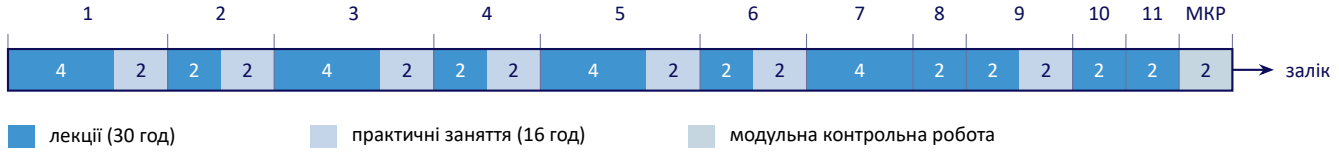


Рис. 2: Розподіл аудиторних годин за темами курсу

6. Самостійна робота здобувача вищої освіти

Самостійна робота здобувачів вищої освіти має на меті розвиток творчих здібностей та активізація їх розумової діяльності, формування потреби безперервного самостійного поповнення знань та розвиток морально-вольових зусиль. Завданням самостійної роботи здобувачів вищої освіти є навчити здобувачів вищої освіти самостійно працювати з літературою, творчо сприймати навчальний матеріал і осмислювати його та формування навичок до щоденної роботи з метою одержання та узагальнення знань, умінь і навичок.

На самостійну роботу відводяться наступні види завдань (орієнтовний розподіл годин):

№	Вид самостійної роботи	Години
1.	Самостійне опрацювання розділів, що не розбираються на практичних заняттях: загальний принцип кінетичний опис (розд. 7), нестійкості (розд. 8), термоядерний синтез (розд. 10), низькотемпературна плазма й газовий розряд (розд. 11) і масштаби та межі моделей (розд. 12): читання за посібником і за літературою, вказаною в таблиці тем, конспект ключових формул і оцінок.	22
2.	Розв'язування задач із розділу «Задачі» посібника до кожного практичного заняття (розд. 1–6 і 9); відповіді наведено в розділі «Відповіді» кінця посібника, свій розв'язок слід звіряти з ними й виправляти.	16
3.	Домашні завдання: розрахункові задачі й числові оцінки (дебаївський радіус, параметр плазми, дрейфи, критерій Лоусона тощо) за матеріалом розд. 1–10.	14
4.	Відповіді на контрольні питання наприкінці кожного розділу посібника для самоперевірки після лекції.	8
5.	Робота з інтерактивними симуляціями до розд. 1–3 (дебаївське екранування, зонд Ленгмюра, плазмові коливання, магнітне дзеркало), які розміщено в онлайн-версії посібника; параметри змінюють самостійно й порівнюють результат з оцінками з тексту.	4
6.	Підготовка до модульної контрольної роботи: повторення означень, виведень, оцінок і діапазонів застосовності за матеріалом лекцій і практичних занять.	4
7.	Підготовка до складання заліку: повторення всього курсу, розв'язування задач і відповіді на контрольні питання розділів посібника.	6
	Разом	**74**

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекцій, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, здобувачам вищої освіти бажано відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для успішного складання Заліку.

Пропущені контрольні заходи

Результат модульної контрольної роботи для здобувача вищої освіти, який не з'явився на контрольний захід, є нульовим. У такому разі, здобувач вищої освіти має можливість написати модульну контрольну роботу, але максимальний бал за неї буде дорівнювати 50 % від загальної кількості балів. Повторне написання модульної контрольної роботи не допускається.

Календарний рубіжний контроль

Календарний контроль проводиться з метою моніторингу виконання здобувачами індивідуальних навчальних планів згідно з графіком навчального процесу. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу здобувача вищої освіти не менше 50% від максимально можливого на час

атестації. Бал, необхідний для отримання позитивного календарного контролю, доноситься до здобувачів вищої освіти викладачем не пізніше ніж за 2 тижні до початку календарного контролю.

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті

Порядок визнання таких результатів регламентується Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті (https://osvita.kpi.ua/index.php/node/179). Можуть бути зараховані окремі змістовні модулі або теми дисципліни. В такому разі здобувач звільняється від виконання відповідних завдань, отримуючи за них максимальний бал відповідно до рейтингової системи оцінювання.

Політика щодо академічної доброчесності

Обов'язковою умовою виконання завдань з освітньої компоненти є дотримання політики та принципів академічної доброчесності (https://kpi.ua/academic-integrity), які, у тому числі, викладено у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (https://kpi.ua/code), Положенні про систему запобігання академічному плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського (https://osvita.kpi.ua/node/47). У разі виявлення дублювання робіт, плагіату роботи здобувачі отримують нульовий рейтинг.

Політика використання штучного інтелекту

Використання штучного інтелекту (далі, ШІ) регламентується «Політикою використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (https://osvita.kpi.ua/node/1225). Усі навчальні завдання з дисципліни мають бути результатом власної оригінальної роботи здобувача.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки здобувачів вищої освіти і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: https://kpi.ua/code.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Здобувачі вищої освіти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами (згідно «Положення про систему забезпечення якості вищої освіти у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», «Положення про організацію навчального процесу»).

8. Рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Форма семестрового контролю: залік

Тип РСО: РСО-1 (відповідно до п. 2.3, 3.8–3.14 Положення про систему оцінювання результатів навчання КПІ, 2025).

Загальні принципи оцінювання

Результати навчання з дисципліни (освітнього компонента) оцінюються за рейтинговою системою оцінювання першого типу (РСО-1), семестровий контроль з якої передбачений у формі заліку, і включає оцінювання заходів поточного контролю з дисципліни впродовж семестру, а рейтингова оцінка здобувача складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю. Оцінювання результатів навчання здійснюється за 100-бальною шкалою.

Здобувачі, які набрали менше 60 балів, а також ті, які бажають підвищити свою підсумкову оцінку, на заліковому тижні проходять семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи. Під час складання заліку застосовується **м'який підхід**: якщо результат заліку нижчий, ніж підсумок поточного контролю, до відомості вноситься вищий результат.

Види контролю та їхня вага у рейтинговій системі

Таблиця 3. Розподіл балів за видами контролю з дисципліни «Фізика плазми» (РСО-1, залік)

Вид контролю	Форма проведення	Максимальна кількість балів
Модульна контрольна робота (перевірка теоретичного матеріалу, розрахункові задачі)	Синхронна	50
Домашні завдання	Асинхронна	40
Поточна активність, короткі тести, участь у семінарах	Синхронна / асинхронна	10
Загальна кількість балів (поточний контроль)		**100**

Підсумкове оцінювання

Якщо здобувач вищої освіти набрав сумарно $R_{\text{поточн.}} \geq 60$ балів, він отримує позитивну рейтингову оцінку без проходження семестрового контролю.

У разі набрання $R_{\text{поточн.}} < 60$ балів, здобувач вищої освіти складає залік у формі залікової контрольної роботи, яка оцінюється за 100-бальною шкалою. Підсумковий рейтинг визначається за формулою:

$$R_{\text{підсумк.}} = \begin{cases} R_{\text{поточн.}}, & \text{якщо } R_{\text{поточн.}} \geq 60; \\ \max(R_{\text{поточн.}},\, R_{\text{залік}}), & \text{якщо } R_{\text{поточн.}} < 60. \end{cases}$$

Питання до залікової контрольної роботи

Залікова контрольна робота складається з теоретичних питань і розрахункових задач. Теоретичні питання відповідають розділам «Контрольні питання» наприкінці розділів посібника [1], розрахункові задачі — розділам «Задачі» тих самих розділів (відповіді наведено в кінці посібника). Сторінки «Контрольних питань»: розд. 0 — с. 29; розд. 1 — с. 55; розд. 2 — с. 70; розд. 3 — с. 88; розд. 4 — с. 98; розд. 5 — с. 126; розд. 6 — с. 143; розд. 7 — с. 163; розд. 8 — с. 180; розд. 9 — с. 193; розд. 10 — с. 206; розд. 11 — с. 219; розд. 12 — с. 231.

Склад рейтингу та порядок отримання підсумкової оцінки показано на рис. 3.

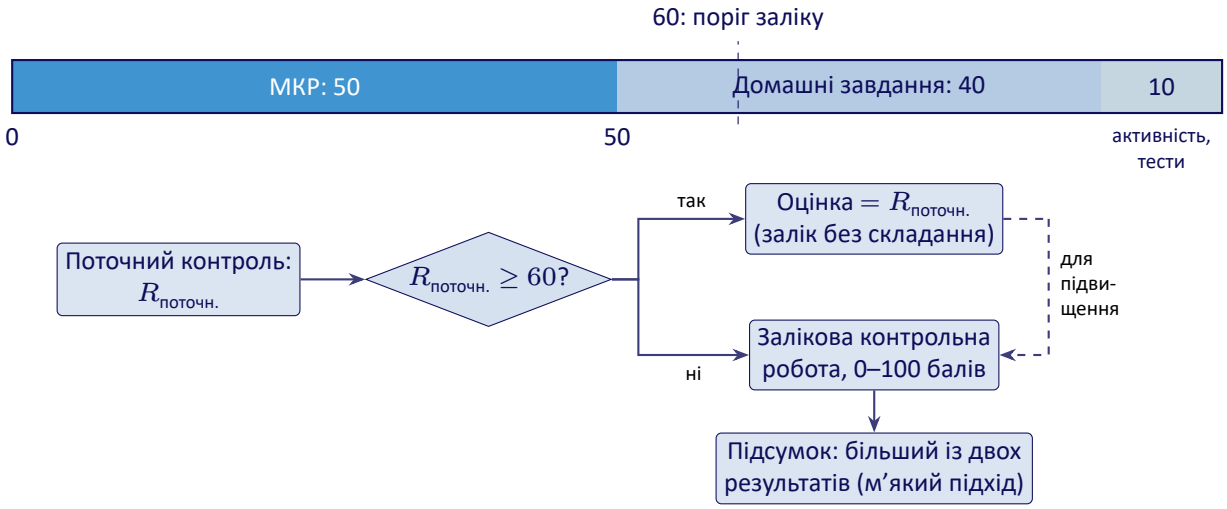


Рис. 3: Склад рейтингу (РСО-1) та отримання підсумкової оцінки

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

Значення рейтингу	Оцінка ECTS
$95 \leq \mathbf{R} \leq 100$	відмінно
$85 \leq \mathbf{R} < 95$	дуже добре
$75 \leq \mathbf{R} < 85$	добре
$65 \leq \mathbf{R} < 75$	задовільно
$60 \leq \mathbf{R} < 65$	достатньо
$\mathbf{R} < 60$	незадовільно
Не здана МКР, не виконані домашні завдання	не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцент, к.ф.-м.н., доцент Пономаренко Сергій Миколайович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, ПІБ)

Ухвалено: кафедрою прикладної фізики (протокол № 7 від 10 червня 2026 р.)
(повна назва кафедри)

Затверджено: Метод. комісією НН ФТІ (протокол № 6 від 29 червня 2026 р.)
(назва інституту)