



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



Кафедра фізики
енергетичних систем

Основи фізики металів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>10 Природничі науки</i>
Спеціальність	<i>105 Прикладна фізика та наноматеріали</i>
Освітня програма	<i>Прикладна фізика</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити, 90 годин, 36 годин лекції, 18 годин практичних, 36 самостійна робота</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>http://ipt.kpi.ua/navchalnij-protses</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доцент, к.ф.-м.н., Гільчук Андрій Володимирович, моб. (096)9378658, a.v.gilchuk@gmail.com</i> <i>Практичні: доцент, к.ф.-м.н., Гільчук Андрій Володимирович, моб. (096)9378658, a.v.gilchuk@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3789</i>

2. Програма навчальної дисципліни

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

Основи фізики металів є допоміжною дисципліною енергетичного циклу в системі підготовки бакалаврів і магістрів за спеціальністю «Прикладна фізика і наноматеріали». Вона дає основні відомості про будову та властивості металів і сплавів, методи одержання металів та сплавів та їх дослідження, освітлює основні засади для розвитку майбутніх спеціалістів у даній галузі. Викладання дисципліни включає лекції та практичні заняття.

Метою кредитного модуля «Основи фізики металів» є – отримання студентами бакалаврами знань принципів будови і властивостей металів та сплавів, їх класифікації та застосування в енергетичній галузі України та світу в цілому

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання принципів будови металів, їх класифікації та застосування в енергетичній галузі України та світу в цілому;

вміння самостійно виконувати пошук інформації для володіння актуальними знаннями в галузі фізики енергетичних систем та перспектив її розвитку;

досвід розрахунку параметрів ґраток кристалів, аналізу фазових діаграм сплавів, інтерпретації кривих напруження-деформації.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК9 Здатність працювати автономно

Фахові компетентності (ФК)

ФК7 Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

ФК11 Здатність використовувати знання основ професійно-орієнтованих дисциплін для виконання наукових досліджень, розв'язання практичних проблем прикладної фізики та для самостійного опанування нових технологій, в тому числі із суміжних галузей, застосовувати отримані знання і практичні навички для прийняття інноваційних рішень при розв'язанні складних практичних задач або в навчанні, зокрема, високих фізичних технологій та/або фізики живих систем та/або фізики енергетичних систем.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПРН6 Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.

ПРН7 Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики.

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

Для освоєння курсу студенти повинні мати базові знання по дисциплінах «Загальна фізика. Механіка», «Загальна фізика. Термодинаміка і молекулярна фізика», «Загальна фізика. Атомна фізика», «Загальна фізика. Електрика і магнетизм». Дисципліна слугує основою для курсу «Локальні методи досліджень», «Нові матеріали і речовини».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Основні поняття про будову структуру та властивості матеріалів.
Тема 1.1. Поняття металу, металевий зв'язок, класифікація металів.
Тема 1.2. Взаємозв'язок будови і властивостей металів.
Розділ 2. Будова металів
Тема 2.1. Атомно-кристалічна будова металів
Тема 2.2. Анізотропія властивостей кристалів
Розділ 3. Сплави та їх характеристики
Тема 3.1. Фазові та структурні перетворення в сплавах
Тема 3.2. Діаграми стану сплавів
Розділ 4. Особливості кристалізації металів та сплавів
Тема 4.1. Характерні етапи в процесі кристалізації.
Тема 4.2. Вплив швидкості охолодження на структуру металів, зеренна структура.
Розділ 5. Механічні властивості металів
Тема 5.1. Міцність, пластичність.

Тема 5.2. Твердість.
Розділ 6. Методи одержання металів і сплавів
Тема 6.1. Традиційні методи.
Тема 6.2. Методи швидкого твердіння
Тема 6.3. Методи порошкової металургії, 3Д друк
Тема 6.4. Напрявлена кристалізація. Композитні матеріали
Розділ 7. Одержання матеріалів з наперед заданими властивостями
Тема 7.1. Вплив елементного складу на механічні та функціональні властивості металів.
Тема 7.2. Вплив фазового складу.
Тема 7.3. Вплив мікроструктури
Модульна контрольна робота
Розділ 8. Термічна обробка
Тема 8.1. Відпалювання. Види та характеристика
Тема 8.2. Гартування. Відпуск
Розділ 9. Методи дослідження металів і сплавів
Тема 9.1. Методи дослідження структури, елементного і фазового складу, морфології
Тема 9.2. Методи дослідження фазових перетворень
Залік

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні

1. Бялік О.М., Черненко В.С., Писаренко В.М., Москаленко Ю.Н. Металознавство. - К.: Політехніка, 2018, - 384

Додаткові

1. Технология конструкционных материалов и материаловедение: учебное пособие / Коротких М.Т. - СПб: СГПУ, 2004. - 104с.
2. Кан Р.У., Хаазен П.Т. Физическое материаловедение (в 3-х томах). – М.: Металлургия, 1987. – 321, 623, 330.
3. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. – М.: Наука, 1978. – 789 с
4. Металлургия и материаловедение: справочник / Циммерман Р., Гюнтер К. - М.: Металлургия, 1982. - 477с.
5. Гуляев А.П. Металловедение. - М.: Металлургия, 1977. - УДК669.0(075.8)
6. Материаловедение: лекции / Мальцев И. М. - Ниж. Новгород: НГТУ, 1995 - 103с.
7. Основы материаловедения / Сажин В.Б. - М.: Теис, 2005. - 155с.

5. Навчальний контент

6. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу)
1	Поняття металу, металевий зв'язок, класифікація металів Література: Осн [1] с.11-16, дод. [5] с. 9-18 Завдання на СРС: Засвоїти теоретичний матеріал, прослуханий на лекціях.

2	<p><i>Взаємозв'язок будови і властивостей металів.</i></p> <p>Література: осн. [1] с. 22, дод. [5] с. 32, 54-55, [3] с. 111-149</p> <p>Завдання на СРС: пошук і аналіз нових наукових публікацій на тему зв'язку будови і властивостей металів і сплавів</p>
3	<p><i>Атомно – кристалічна будова металів</i></p> <p>Література: осн. [1] с. 16-18, дод. [3] с. 15-59, [5] с. 21-26</p> <p>Завдання на СРС: Ознайомитись з типовими кристалічними ґратками, які зустрічаються в металах за нормальних умов. Ознайомитись з поняттям квазікристалу</p>
4	<p><i>Анізотропія властивостей кристалів</i></p> <p>Література: осн. [1] с. 22, дод. [5] с. 32,</p> <p>Завдання на СРС: Проаналізувати на які властивості металів найбільше впливає анізотропія кристалів</p>
5	<p><i>Фазові та структурні перетворення в сплавах</i></p> <p>Література: осн. [1] с. 22-25, дод. [5] с. 49-53</p> <p>Завдання на СРС: Ознайомитись з перетвореннями типу впорядкування та мартенситними перетвореннями</p>
6	<p><i>Діаграми стану сплавів.</i></p> <p>Література: осн. [1] с. 103-105, дод. [5] с. 100-130</p> <p>Завдання на СРС: Ознайомитись з тривимірними діаграмами стану.</p>
7	<p><i>Характерні етапи в процесі кристалізації.</i></p> <p>Література: осн. [1] с. 33-60, дод. [5] с. 38-54</p> <p>Завдання на СРС: Ознайомитись з явищем нерівноважного охолодження сплавів</p>
8	<p><i>Вплив швидкості охолодження на структуру металів, зеренна структура.</i></p> <p>Література: осн. [1] с. 45-56, дод. [5] с. 38-54, [2]</p> <p>Завдання на СРС: Ознайомитись з аморфними металами та металічними стеклами</p>
9	<p><i>Міцність, пластичність.</i></p> <p>Література: осн. [1], с. 60-84, дод. [5] с. 54-88, [2]</p> <p>Завдання на СРС: Проаналізувати зв'язок міцності і пластичності з кристалічною структурою, мікроструктурою і фазовим складом. Вплив умов одержання сплаву на міцність і пластичність</p>
10	<p><i>Твердість. Шкали твердості</i></p> <p>Література: осн. [1], с. 60-84, дод. [5] с. 54-88, [2]</p> <p>Завдання на СРС: Проаналізувати умови застосування понять твердість, мікротвердість та нанотвердість</p>
11	<p><i>Традиційні методи одержання металів та сплавів. Методи швидкого твердіння</i></p> <p>Література: дод. [2]</p> <p>Завдання на СРС: Проаналізувати нові наукові статті на тему одержання сплавів у нанокристалічному та аморфному станах</p>
12	<p><i>Методи порошкової металургії. Напрявлена кристалізація. Композитні матеріали</i></p> <p>Література: дод. [2]</p> <p>Завдання на СРС: Ознайомитись з сучасним станом металічного 3Д друку</p>
13	<p><i>Вплив елементного складу на механічні та функціональні властивості металів.</i></p> <p>Література: дод. [2]</p>

	Завдання на СРС: Проаналізувати вплив домішок на стабілізацію фазового складу і мікроструктуру. Високоентропійні сплави.
14	<i>Вплив фазового складу на механічні та функціональні властивості металів</i> Література: дод. [2] Завдання на СРС: Проаналізувати використання контрольованого фазоутворення для надання сплавам необхідних властивостей.
15	<i>Вплив мікроструктури на механічні та функціональні властивості металів</i> Література: дод. [2] Завдання на СРС: Проаналізувати нові наукові публікації на тему властивостей наноструктурованих сплавів.
16	<i>Відпалювання. Види та характеристика</i> Література: дод. [5] с. 199-209 Завдання на СРС: Проаналізувати режими відпалів на прикладі TiNi. Ріст зерна в процесі відпалу
17	<i>Гартування. Відпуск.</i> Література: осн. [1] с. 73, дод. [5] с. 199-209 Завдання на СРС: Вплив гартування і відпуску на напруження в кристалі
18	<i>Локальні та інтегральні методи дослідження елементного та фазового складу і структури металів.</i> Література: дод. [5] с. 32-37, [3] с. 59-111 Завдання на СРС: Опрацювати нові наукові публікації стосовно методів дослідження елементного та фазового складу і структури металів.
19	<i>Методи дослідження фазових перетворень в металах. Методи дослідження морфології поверхні та мікроструктури.</i> Література: дод. [5] с. 32-37, [3] с. 59-111, [2] Завдання на СРС: Опрацювати нові наукові публікації стосовно методів дослідження морфології поверхні і мікроструктури металів.

Практичні заняття

7. Самостійна робота студента/аспіранта

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу
1	<i>Поняття металу, металевий зв'язок, класифікація металів</i> Засвоїти теоретичний матеріал, прослуханий на лекціях. Інформаційні ресурси: дод. [1-4]
2	<i>Взаємозв'язок будови і властивостей металів.</i> Пошук і аналіз нових наукових публікацій на тему зв'язку будови і властивостей металів і сплавів Інформаційні ресурси: дод. [1-4]
3	<i>Атомно – кристалічна будова металів</i> Ознайомитись з типовими кристалічними ґратками, які зустрічаються в металах за нормальних умов. Ознайомитись з поняттям квазікристалу Інформаційні ресурси: дод. [1-4]
4	<i>Анізотропія властивостей кристалів</i>

	Проаналізувати на які властивості металів найбільше впливає анізотропія кристалів Інформаційні ресурси: дод. [1-4]
5	<i>Фазові та структурні перетворення в сплавах</i> Ознайомитись з перетвореннями типу впорядкування та мартенситними перетвореннями Інформаційні ресурси: дод [1-4]
6	<i>Діаграми стану сплавів.</i> Ознайомитись з тривимірними діаграмами стану. Інформаційні ресурси: дод [1-4]
7	<i>Характерні етапи в процесі кристалізації.</i> Ознайомитись з явищем нерівноважного охолодження сплавів Інформаційні ресурси: дод [1-4]
8	<i>Вплив швидкості охолодження на структуру металів, зеренна структура.</i> Ознайомитись з аморфними металами та металічними стеклами Інформаційні ресурси: дод [1-4]
9	<i>Міцність, пластичність.</i> Проаналізувати зв'язок міцності і пластичності з кристалічною структурою, мікроструктурою і фазовим складом. Вплив умов одержання сплаву на міцність і пластичність Інформаційні ресурси: дод [1-4]
10	<i>Твердість. Шкали твердості</i> Проаналізувати умови застосування понять твердість, мікротвердість та нанотвердість Інформаційні ресурси: дод [1-4]
11	<i>Традиційні методи одержання металів та сплавів. Методи швидкого твердіння</i> Проаналізувати нові наукові статті на тему одержання сплавів у нанокристалічному та аморфному станах Інформаційні ресурси: дод [1-4]
12	<i>Методи порошкової металургії. Напрявлена кристалізація. Композитні матеріали</i> Ознайомитись з сучасним станом металічного 3Д друку Інформаційні ресурси: дод [1-4]
13	<i>Вплив елементного складу на механічні та функціональні властивості металів.</i> Проаналізувати вплив домішок на стабілізацію фазового складу і мікроструктуру. Високоентропійні сплави. Інформаційні ресурси: дод [1-4]
14	<i>Вплив фазового складу на механічні та функціональні властивості металів</i> Проаналізувати використання контрольованого фазоутворення для надання сплавам необхідних властивостей. Інформаційні ресурси: дод [1-4]
15	<i>Вплив мікроструктури на механічні та функціональні властивості металів</i> Проаналізувати нові наукові публікації на тему властивостей наноструктурованих сплавів. Інформаційні ресурси: дод [1-4]
16	<i>Відпалювання. Види та характеристика</i>

	Проаналізувати режими відпалів на прикладі TiNi. Ріст зерна в процесі відпалу Інформаційні ресурси: дод [1-4]
17	<i>Гартування. Відпуск.</i> Вплив гартування і відпуску на напруження в кристалі Інформаційні ресурси: дод [1-4]
18	<i>Локальні та інтегральні методи дослідження елементного та фазового складу і структури металів.</i> Опрацювати нові наукові публікації стосовно методів дослідження елементного та фазового складу і структури металів. Інформаційні ресурси: дод [1-4]
19	<i>Методи дослідження фазових перетворень в металах. Методи дослідження морфології поверхні та мікроструктури.</i> Опрацювати нові наукові публікації стосовно методів дослідження морфології поверхні і мікроструктури металів. Інформаційні ресурси: дод [1-4]

3. Політика та контроль

8. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування всіх лекцій і всіх практичних занять оцінюються в 18 балів (Лекції – 9 балів, практичні заняття – 9 балів). Відсутність на лекції і практичному занятті без поважних причин (-1) бал.

Заохочення

найкращий конспект лекцій – до 5 балів, участь у факультетській олімпіаді по фізиці – від 5 до 10 балів залежно від результату, за наявності підтверджуючих документів. Участь в конференції – 10 балів.

Пропущені контрольні заходи

Результат модульної контрольної роботи для студента(-ки), який не з'явився на контрольний захід, є нульовим. У такому разі, студент(-ка) 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.

Тематичне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання, не оцінюється.

Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами ¹.

Критерій	Перша атестація	Друга атестація
Термін атестації ²	8-ий тиждень	16-ий тиждень

¹ Рейтингові системи оцінювання результатів навчання: Рекомендації до розроблення і застосування. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 20 с.

² Там само.

Умови отримання атестації	Поточний рейтинг ³		≥ 10 балів	≥ 30 балів
	Поточний контрольний захід	Модульна контрольна робота	+	+

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів 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

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Дистанційне навчання (необов'язковий пункт)

Дистанційне навчання здійснюється через ZOOM, Telegram, електронну пошту тощо. Проводяться заняття онлайн, надаються всі необхідні матеріали, видаються завдання для самостійної роботи з можливістю консультування з викладачем, подальша їх перевірка та оцінювання.

9. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Видами контролю успішності засвоєння матеріалу є оцінка за відвідування лекцій і практичних занять, відповіді і рішення завдань на практичних заняттях, модульну контрольну роботу (МКР), та семестровий контроль (залік).

Відвідування лекцій і практичних занять

Відвідування всіх лекцій і всіх практичних занять оцінюються в 20 балів (Лекції – 10 балів, практичні заняття – 10 балів). Відсутність на лекції і практичному занятті без поважних причин (-1) бал. Максимальна кількість балів – 20.

Відповіді і рішення завдань на практичних заняттях

Максимальна кількість балів – 20. За неправильну відповідь знімається (-1) бал, за неправильне рішення задачі знімається (-1) бал. Не повна відповідь і не повне рішення задачі – знімається (-0,5) балу.

Модульна контрольна робота (МКР)

Передбачено проведення однієї письмової контрольної роботи по закінченню сьомого розділу. Ціль контрольної роботи – перевірка знань за пройденим матеріалом та рівень готовності до складання іспиту. Контрольні завдання відповідають наступним питанням:

Поняття металу, металевий зв'язок, класифікація металів.

³ Там само.

Взаємозв'язок будови і властивостей металів

Атомно – кристалічна будова металів

Анізотропія властивостей кристалів

Фазові та структурні перетворення в сплавах

Діаграми стану сплавів

Характерні етапи в процесі кристалізації

Вплив швидкості охолодження на структуру металів, зеренна структура

Міцність, пластичність.

Твердість. Шкали твердості

Традиційні методи. Методи швидкого твердіння.

Методи порошкової металургії. Напрявлена кристалізація. Композитні матеріали.

Вплив елементного складу на механічні та функціональні властивості металів.

Вплив фазового складу на механічні та функціональні властивості металів

Вплив мікроструктури на механічні та функціональні властивості металів
Максимальна кількість балів за контрольну роботу – 30 балів.

- вичерпна відповідь – 30 балів;
- відповідь з незначними неточностями – 20-29 балів;
- неповна відповідь та незначні помилки – 10 – 19 балів;
- грубі помилки – 1-9
- незадовільна відповідь – 0 балів.

Умови допуску до заліку

Обов'язкова умова допуску до заліку		Критерій
1	Поточний рейтинг	$RD \geq 30$
2	Модульна контрольна робота	Виконана

Семестровий контроль (залік)

Залік проводиться в усній формі, підготовка відповіді і рішення задачі подаються у письмовій формі.

Квиток включає 3 завдання – 2 теоретичних питання і 1 завдання. Максимальна кількість балів: 2 теоретичних питання – 20 балів.

Рішення задачі – 10 балів.

Додаткове питання (1), повна відповідь – 5 балів.

Максимальний бал за кожне завдання відповідає повній відповіді, відповідному курсу лекцій.

Середній – при правильній відповіді допущені неprincipові помилки.

Остаточна оцінка **RD** є сумою рейтингових балів отриманих за поточний контроль та балів отриманих за залік після співбесіди зі студентом.

№	Контрольний захід	Бал
1	Відвідування лекцій і практичних занять	20
2	Відповіді і вирішення завдань на практичних заняттях	20
3	Модульна контрольна робота	30
4	Залік	30
	Всього	100

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
-----------------	--------

100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, к.ф.-м.н, Гільчук Андрій Володимирович

Ухвалено кафедрою фізики енергетичних систем (протокол № 2 від 4 вересня 2020 року)

Затверджено Вченою радою ФТІ (протокол № 7/1 від 7 вересня 2020 року)