



ВИРОБНИЦТВО НАПІВПРОВІДНИКІВ

Викладач: к.т.н., доц. Воляр Роман Миколайович

Кафедра: металургії, 10й корп. ЗНУ, ауд. 313 (3^й поверх)

E-mail: voronzpr@gmail.com

Телефон: 068 451 91 07, (061) 227-12-37 (кафедра),

Інші засоби зв'язку: Viber – за номером 068 451 91 07,

Facebook Messenger – <https://www.facebook.com/profile.php?id=100010459418882>

Skype – voron-zp,

Telegram – за номером 068 451 91 07,

Moodle (форум курсу, приватні повідомлення).

Освітня програма, рівень вищої освіти	Металургія чорних металів, Металургія кольорових металів, Обробка металів тиском; Магістр					
Статус дисципліни	Вибіркова					
Кредити ECTS	6	Навч. рік	2023-2024 1 семестр	Рік навчання - 2	Тижні	10
Кількість годин	180	Кількість змістових модулів¹	10	Лекційні заняття – 28 год. Практичні заняття – 14 год. Самостійна робота – 78 год.		
Вид контролю	Залік					
Посилання на курс в Moodle	https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=11604					
Консультації:	Що понеділка, 13.00-15.00 або за домовленістю чи ел. поштою					

ОПИС КУРСУ

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми металургії у професійній діяльності, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт, реалізовувати концепції ощадливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії, а також впроваджувати ресурсозберігаючі технології, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства. Усвідомлення характеристик специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів відповідної спеціалізації. **Мета курсу** – є засвоєння знань та придбання навичок, необхідних для раціонального вибору технологічних схем і устаткування для виробництва заданого виду напівпровідникового матеріалу, вибору основних і допоміжних матеріалів, що застосовуються при виробництві напівпровідників. Основним завданням дисципліни є застосувати отриманні знання для вирішення конкретних завдань виробництва напівпровідників, визначати процеси за якими раціональніше виготовляти напівпровідники, опанувати технологічні розрахунки.

ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

У разі успішного завершення курсу студент **зможе:**

1. Визначати призначення металургійних процесів і плавок.
2. Вибирати основні і допоміжні матеріали, що використовуються у технології виробництва напівпровідників.
3. Обирати технологічні схеми виробництва заданого виду напівпровідникового матеріалу.

¹ 1 змістовий модуль = 15 годин (0,5 кредита ECTS)



4. Забезпечувати якість продукції.
5. Знаходити оптимальні умови проведення пірометалургійних процесів.

ОСНОВНІ НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ

Червоний, І. Ф. Виробництво напівпровідникових матеріалів [Текст] : підручник для вчз : [затв. М-вом освіти і науки України] / І. Ф. Червоний, Є. Я. Швець, Р. М. Воляр та ін. ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2012. - 175 с. : іл.

Методичні вказівки до практичних занять, рекомендовані додаткові джерела до кожного заняття та інша інформація розміщені на платформі Moodle.

КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ

Поточні контрольні заходи (тах 60 балів):

Поточний контроль передбачає такі **теоретичні** завдання:

- Короткі тести/контрольні роботи за пройденим матеріалом.

Поточний контроль передбачає такі **практичні** завдання:

- Виконання практичних завдань з виробництва напівпровідникових матеріалів..
- Виконання технологічних розрахунків для отримання напівпровідникового матеріалу заданої якості.

Підсумкові контрольні заходи (тах 40 балів):

Теоретичний підсумковий контроль (тах 20 балів) – передбачає розгорнуте висвітлення чотирьох питань, кожне питання тах 5 балів. Перелік питань дивись на сторінці в Moodle.

Підсумкове практичне завдання «Розрахунок» (тах 20 балів) – виконання технологічних розрахунків для отримання напівпровідникового матеріалу заданої якості.

Вимоги до завдання «Літературний пошук»: обсяг – 5-10 сторінок А4. виконаних відповідно до ДСТУ 3008-2015. Захист завдання відбуватиметься на двох останніх заняттях.

Критерії оцінювання завдання «Літературний пошук»:

1) завдання виконано у повному обсязі, проведено технологічні розрахунки виробництва напівпровідникових матеріалів з заданими фізико-хімічними властивостями та характеристиками, обґрунтовано обрано шлях і швидкість отримання напівпровідникової продукції, інформацію подано коротко та ясно, знайдено оптимальні умови проведення металургійних процесів – 20-15 балів;

2) завдання виконано частково, проведено частково технологічні розрахунки виробництва напівпровідникових матеріалів з заданими фізико-хімічними властивостями та характеристиками, обрано но не пояснюються шляхи і швидкість отримання напівпровідникової продукції, інформацію подано частково, розрахунки не відображають оптимальні умови проведення металургійних процесів – 14-8 балів;

3) завдання виконано з великою кількістю помилок, проведено технологічні розрахунки виробництва напівпровідникових матеріалів не відповідає напрямку виробництва, інформацію подано незрозуміло, текст роботи не зв'язаний між собою, розрахунки не відповідають змісту та завданню роботи або взагалі частково відсутні – 0-7 балів.



Контрольний захід		Термін виконання	% від загальної оцінки
Поточний контроль (max 60%)			
Змістовий модуль 1	Вид теоретичного завдання: тестування.	тиждень 2	6
	Вид практичного завдання: Вивчення граничної розчинності домішки.	тиждень 2	4
Змістовий модуль 2	Вид теоретичного завдання: тестування.	тиждень 4	6
	Вид практичного завдання: Розрахунок заданої кількості легуючої домішки.	тиждень 4	4
Змістовий модуль 3	Вид теоретичного завдання: тестування.	тиждень 6	6
	Вид практичного завдання: Розрахунок процесу нагріву тіл.	тиждень 6	4
Змістовий модуль 4	Вид теоретичного завдання: тестування.	тиждень 9	6
	Вид практичного завдання: Розрахунок рівноважного коефіцієнта розподілу рідина-тверде і ефективного коефіцієнта розподілу для вирощування монокристалів методом Чохральського.	тиждень 10	4
Змістовий модуль 5	Вид теоретичного завдання: тестування.	тиждень 11	6
	Вид практичного завдання: Розрахунок розподілу домішки в монокристалі та розплаві і градієнта температури, необхідного для усунення концентраційного переохолодження.	тиждень 11	4
Змістовий модуль 6	Вид теоретичного завдання: тестування.	тиждень 14	6
	Вид практичного завдання: Розрахунок розподілу легуючої домішки по довжині монокристала вирощеного у вакуумі.	тиждень 14	4
Підсумковий контроль (max 40%)			
Підсумкове теоретичне завдання			20
Підсумкове практичне завдання			20
Разом			100%

Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		



РОЗКЛАД КУРСУ ЗА ТЕМАМИ І КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Тиждень і вид заняття	Тема заняття	Контрольний захід	Кількість балів
Змістовий модуль 1			
Тиждень 1,2 Лекція 1,2	Класифікація і загальна характеристика напівпровідникових матеріалів. Введення в фізику напівпровідників.		6
Тиждень 1,2 Практичні 1	Вивчення граничної розчинності домішки.	Виконайте розрахунок граничної розчинності заданої домішки у напівпровіднику	4
Змістовий модуль 2			
Тиждень 3,4 Лекція 3,4	Загальні положення процесів вирощування кристалів і кристалізація розплавів. Поведінка домішок в кристалі напівпровідника.		6
Тиждень 3,4 Практичні 2	Розрахунок заданої кількості легуючої домішки.	Виконайте розрахунок заданої кількості легуючої домішки для отримання напівпровідника з необхідними властивостями.	4
Змістовий модуль 3			
Тиждень 5,6 Лекція 5,6	Селен і властивості селену. Виробництво селену із первинної сировини. Виробництво селену із вторинної сировини. Отримання високочистого селену.		6
Тиждень 5,6 Практичні 3	Розрахунок процесу нагріву тіл.	Виконайте розрахунок процесу нагріву до заданої температури тіл різної форми та геометричних розмірів	4
Змістовий модуль 4			
Тиждень 7,8 Лекція 7,8	Германій і властивості германію. Витягання германію з первинної і вторинної сировини. Вирощування монокристалів германію.		6
Тиждень 7,8 Практичні 4	Розрахунок рівноважного коефіцієнта розподілу рідина-тверде і ефективного коефіцієнта розподілу для вирощування монокристалів	Виконайте розрахунок рівноважного коефіцієнта розподілу рідина-тверде і ефективного коефіцієнта розподілу при вирощуванні	4



	методом Чохральського.	монокристалів методом Чохральського.	
Змістовий модуль 5			
Тиждень 9,10,11 Лекція 9,10,11	Фізико-хімічні і хімічні властивості кремнію та його з'єднань. Методи отримання технічного кремнію. Методи отримання полікристалічного кремнію. Методи вирощування монокристалів кремнію.		6
Тиждень 9,10,11 Практичні 5	Розрахунок розподілу домішки в монокристалі та розплаві і градієнта температури, необхідного для усунення концентраційного переохолодження.	Виконайте розрахунок розподілу домішки в монокристалі та розплаві і градієнта температури, необхідного для усунення концентраційного переохолодження.	4
Змістовий модуль 6			
Тиждень 12,13,14 Лекція 12,13,14	Загальні характеристики напівпровідникових з'єднань. Методи синтезу напівпровідникових з'єднань. Напівпровідники що не розкладаються. Напівпровідники що розкладаються.		6
Тиждень 12,13,14 Практичні 6	Розрахунок розподілу легуючої домішки по довжині монокристала вирощеного у вакуумі.	Виконайте розрахунок розподілу легуючої домішки по довжині монокристала вирощеного у вакуумі.	4

ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА

1. Червоний, І. Ф. Виробництво напівпровідникових матеріалів [Текст] : підручник для вnz : [затв. М-вом освіти і науки України] / І. Ф. Червоний, Є. Я. Швець, Р. М. Воляр та ін. ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2012. - 175 с.
2. Воляр, Р. М. Виробництво напівпровідникових матеріалів [Текст] : метод. вказівки до курсової роботи для студ. ЗДІА спец. 7.090402 "МКМ" / Р. М. Воляр, І. Ф. Червоний, С. Г. Єгоров ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2011. - 39 с. : іл.
3. Воляр, Р. М. Виробництво напівпровідникових матеріалів [Текст] : метод. вказівки до лабораторних занять для студ. ЗДІА напряму 6.090401 "Металургія" спец. "МКМ" / Р. М. Воляр, І. Ф. Червоний, С. Г. Єгоров ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2012. - 78 с. : іл.
4. Червоний, І. Ф. Методичні вказівки до виконання практичної, самостійної та контрольної робіт по предмету "Виробництво напівпровідникових матеріалів" [Електронний ресурс] : Для студ. спец. 7.090802 "МКМ" / І.Ф. Червоний, С.Г. Єгоров, Р.М. Воляр ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2006. - 50 с.
5. Червоний, І. Ф. Виробництво напівпровідникових матеріалів [Текст] : Ме-тодичні вказівки до виконання практичної, самостійної та контрольної робіт. Для студ. ЗДІА спец. МКМ ден. і



- заоч. Відділень / І. Ф. Червоний, С. Г. Єгоров, Р. М. Воляр ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2006. - 50 с. : іл.
6. Червоний, І. Ф. Виробництво напівпровідникових матеріалів [Електронний ресурс] : Для студ. спец. 7.090802 "МКМ" : конспект лекцій / І. Ф. Червоний, С. Г. Єгоров, Р. М. Воляр ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2006. - 101 с.
 7. Царенко О.М. Основи фізики напівпровідників і напівпровідникових приладів: навчальний посібник . – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. – 243 с.
 8. Прокопів В.В. Напівпровідникові матеріали функціональної електроніки. Навчальний посібник / В.В. Прокопів, В.В. Прокопів (мол). – Івано-Франківськ: Видавництво «Плай» ЦІТ Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2009. – 216 с.
 9. Майструк Е.В. Фізико-хімічні основи напівпровідникового матеріалознавства: навчальний посібник / укл.: Е.В. Майструк, І.П. Козярьський, Д.П. Козярьський, П.Д. Мар'янчук. Чернівці: Чернівецький нац. ун-тет, 2020. 120 с.
 10. Червоний, І.Ф. Напівпровідниковий кремній: теорія і технологія виробництва : монографія [Текст] / І.Ф. Червоний, В.З. Куцова, В.І. Пожуєв, Є.Я. Швець, О.А. Носко, С.Г. Єгоров, Р.М. Воляр ; під. заг. ред. І. Ф. Червоного. - Вид. 2-е, допр. і перер. - Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2009. - 488 с.
 11. Курило, І. В. Основи технології напівпровідникових матеріалів [Текст] : навч. посібник для вnz : [рек. М-вом освіти і науки, молоді та спорту України] / І. В. Курило, С. К. Губа ; Нац. ун-т "Львівська політехніка". - Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2012. - 237 с.,: іл. - ISBN 978-617-607-236-2.
 12. Фалькевич Э.С, Пульнер Э.О., Червоний И.Ф. и др. Технология полупроводникового кремния. М.: Металлургия.- 1992.- 408 с.
 13. Таран Ю.Н., Куцова В.З., Червоний И.Ф., Швець Е.Я., Фалькевич Э.С. Полупроводниковый кремний: теория и практика производства. Монография. Запорожье, ЗГИА.- 2004.- 344 с.



РЕГУЛЯЦІЇ І ПОЛІТИКИ КУРСУ²

Відвідування занять. Регуляція пропусків.

Відвідування усіх занять є обов'язковим. Студенти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, мусять впродовж тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені завдання мають бути відпрацьовані на найближчій консультації впродовж тижня після пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Політика академічної доброчесності

Кожний студент зобов'язаний дотримуватися принципів академічної доброчесності. Письмові завдання з використанням часткових або повнотекстових запозичень з інших робіт без зазначення авторства – це плагіат. Використання будь-якої інформації (текст, фото, ілюстрації тощо) мають бути правильно процитовані з посиланням на автора! Якщо ви не впевнені, що таке плагіат, фабрикація, фальсифікація, порадьтеся з викладачем. До студентів, у роботах яких буде виявлено списування, плагіат чи інші прояви недоброчесної поведінки можуть бути застосовані різні дисциплінарні заходи (див. посилання на Кодекс академічної доброчесності ЗНУ в додатку до силабусу).

Використання комп'ютерів/телефонів на занятті

Використання мобільних телефонів, планшетів та інших гаджетів під час лекційних та практичних занять дозволяється виключно у навчальних цілях (для уточнення певних даних, перевірки правопису, отримання довідкової інформації тощо). Будь ласка, вимкніть на беззвучний режим свої мобільні телефони та не користуйтеся ними під час занять. Мобільні телефони відволікають викладача та ваших колег. Під час занять заборонено надсилання текстових повідомлень, прослуховування музики, перевірка електронної пошти, соціальних мереж тощо. Під час виконання заходів контролю (термінологічних диктантів, контрольних робіт, іспитів) використання гаджетів заборонено.

Комунікація

Базовою платформою для комунікації викладача зі студентами є Moodle. Для персональних запитів використовується сервіс приватних повідомлень. Відповіді на запити студентів подаються викладачем впродовж трьох робочих днів. Для оперативного отримання повідомлень про оцінки та нову інформацію, розміщену на сторінці курсу у Moodle, будь ласка, переконайтеся, що адреса електронної пошти, зазначена у вашому профілі на Moodle, є актуальною, та регулярно перевіряйте папку «Спам». Якщо за технічних причин доступ до Moodle є неможливим, або ваше питання потребує термінового розгляду, направте електронного листа або сервіс приватних повідомлень.

² Тут зазначається все, що важливо для курсу: наприклад, умови допуску до лабораторій, реактивів тощо. Викладач сам вирішує, що треба знати студенту для успішного проходження курсу!



ДОДАТОК ДО СИЛАБУСУ ЗНУ – 2023-2024 рр.

ГРАФІК ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ 2023-2024 н. р. доступний за адресою:
<https://tinyurl.com/yckze4jd>.

АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ. Студенти і викладачі Запорізького національного університету несуть персональну відповідальність за дотримання принципів академічної доброчесності, затверджених **Кодексом академічної доброчесності ЗНУ**: <https://tinyurl.com/ya6yk4ad>. Декларація академічної доброчесності здобувача вищої освіти (додається в обов'язковому порядку до письмових кваліфікаційних робіт, виконаних здобувачем, та засвідчується особистим підписом): <https://tinyurl.com/y6wzzlu3>.

НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ. Перевірка набутих студентами знань, навичок та вмінь (атестації, заліки, іспити та інші форми контролю) є невід'ємною складовою системи забезпечення якості освіти і проводиться відповідно до Положення про організацію та методика проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9tve4lk>.

ПОВТОРНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН, ВІДРАХУВАННЯ. Наявність академічної заборгованості до 6 навчальних дисциплін (в тому числі проходження практики чи виконання курсової роботи) за результатами однієї екзаменаційної сесії є підставою для надання студенту права на повторне вивчення зазначених навчальних дисциплін. Порядок повторного вивчення визначається Положенням про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9pkmmp5>. Підстави та процедури відрахування студентів, у тому числі за невиконання навчального плану, регламентуються Положенням про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів у ЗНУ: <https://tinyurl.com/ycds57la>.

НЕФОРМАЛЬНА ОСВІТА. Порядок зарахування результатів навчання, підтверджених сертифікатами, свідоцтвами, іншими документами, здобутими поза основним місцем навчання, регулюється Положенням про порядок визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті: <https://tinyurl.com/y8gbt4xs>.

ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, регламентуються Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/57wha734>. Конфліктні ситуації, що виникають у сфері стипендіального забезпечення здобувачів вищої освіти, вирішуються стипендіальними комісіями факультетів, коледжів та університету в межах їх повноважень, відповідно до: Положення про порядок призначення і виплати академічних стипендій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/yd6bq6p9>; Положення про призначення та виплату соціальних стипендій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9r5dpwh>.

ПСИХОЛОГІЧНА ДОПОМОГА. Телефон довіри практичного психолога Марті Ірини Вадимівни (061)228-15-84, (099)253-78-73 (щоденно з 9 до 21).

УПОВНОВАЖЕНА ОСОБА З ПИТАНЬ ЗАПОБІГАННЯ ТА ВИЯВЛЕННЯ КОРУПЦІЇ Запорізького національного університету: **Борисов Костянтин Борисович**
Електронна адреса: uv@znu.edu.ua Гаряча лінія: Тел. [061 228-75-50](tel:+380612287550)



РІВНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ. Центральні входи усіх навчальних корпусів ЗНУ обладнані пандусами для забезпечення доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Допомога для здійснення входу у разі потреби надається черговими охоронцями навчальних корпусів. Якщо вам потрібна спеціалізована допомога, будь-ласка, зателефонуйте (061) 228-75-11 (начальник охорони). Порядок супроводу (надання допомоги) осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення у ЗНУ: <https://tinyurl.com/ydhcsagx>.

РЕСУРСИ ДЛЯ НАВЧАННЯ. Наукова бібліотека: <http://library.znu.edu.ua>. Графік роботи абонементів: понеділок – п'ятниця з 08.00 до 16.00; вихідні дні: субота і неділя.

ЕЛЕКТРОННЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ (MOODLE): <https://moodle.znu.edu.ua>

Якщо забули пароль/логін, направте листа з темою «Забув пароль/логін» за адресою: moodle.znu@znu.edu.ua.

У листі вкажіть: прізвище, ім'я, по-батькові українською мовою; шифр групи; електронну адресу. Якщо ви вказували електронну адресу в профілі системи Moodle ЗНУ, то використовуйте посилання для відновлення паролю <https://moodle.znu.edu.ua/mod/page/view.php?id=133015>.

Центр інтенсивного вивчення іноземних мов: <http://sites.znu.edu.ua/child-advance/>

Центр німецької мови, партнер Гете-інституту: <https://www.znu.edu.ua/ukr/edu/ocznu/nim>

Школа Конфуція (вивчення китайської мови): <http://sites.znu.edu.ua/confucius>