



НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ

Металургійний факультет

Кафедра металургії сталі

**ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ФАХОМ**

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»
Спеціальність: 136 «Металургія»
Освітньо-професійна програма: «Металургійні процеси одержання та обробки металів та сплавів»
Професійне спрямування: Металургія сталі (МЕ02)
Статус: Нормативна дисципліна професійної підготовки
Форма навчання: Денна
Семестровий контроль: Екзамен

Курс та семестр вивчення:

Курс	I
Семестр	I - III чверть
ECTS	7
Годин	210

Обсяг дисципліни у кредитах ECTS та годинах:

Розподіл годин:

Аудиторні години			Самостійна робота
Лекції	Практичні	Лабораторні	
I чверть			
16	16	-	28
1-3,6,7 тиждень	4-5,7-8 тиждень	-	
II чверть			
8	8	16	58
1-2 тиждень	3-4 тиждень	5-8 тиждень	
III чверть			
-	8	8	44
-	1-4 тиждень	5-8 тиждень	
Консультації			

Очні консультації проводяться лектором та асистентом (по два раз на тиждень (1 година)) протягом навчальної чверті у який викладається дисципліна. Інформація про розклад консультацій надається студентам на першому аудиторному занятті, також з нею можна ознайомитись на офіційній сторінці кафедри металургії сталі (<https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2030>)

Гарант освітньої програми

Металургійні процеси одержання
та обробки металів та сплавів

Л.В.Камкіна

«_____»_____20... р.

Завідувач кафедри
металургії сталі

К.Г.Нізяєв

«__»_____20... р.

Інформація про викладача:

	Лекція	Практичні/лабораторні
ПІБ	1. Мамешин В.С. 2. Стоянов О.М.	Синегін Є.В.
Посада	1. доцент каф. металургії сталі 2. доцент каф. металургії сталі	доцент каф. металургії сталі
Вчене звання	1. доцент 2. доцент	-
Науковий ступінь	к.т.н. к.т.н.	к.т.н.
Профіль викладача	https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2030/p-2/e255 https://nmetau.edu.ua/ru/mdiv/i2030/p-2/e454	https://nmetau.edu.ua/ru/mdiv/i2030/p-2/e2282
e-mail	Mameshin.V.S@gmail.com metsteel.dmeti@gmail.com	sinegin.ev@gmail.com

Анотація навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни “Організація та проведення наукових досліджень за фахом» є закріплення у здобувача вищої освіти програмних та додаткових результатів навчання пов’язаних з отриманням, обробкою та інтерпретацією результатів наукових експериментів, а також формування у нього компетентностей в галузі підготовки та проведення експериментальних досліджень технологічних процесів,

Місце навчальної дисципліни в програмі навчання

Набуті практичні навички та засвоєні теоретичні знання можна використовувати при виконанні випускної кваліфікаційної роботи магістра.

Необхідні навички

1. Знання методів холодного і гарячого моделювання процесів;
2. Знання основних методик та методів досліджень, що проводяться у сталеплавильному виробництві;
3. Знання основних методик та методів обробки результатів досліджень, що проводяться у сталеплавильному виробництві, з використанням сучасного програмного забезпечення на ПЕОМ

Програмні результати навчання

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Організація та проведення наукових досліджень за фахом» здобувачі вищої освіти зможуть продемонструвати такі результати навчання:

1. Знати основні задачі та напрямки досліджень, що проводяться у сталеплавильному виробництві та уміти визначити мету дослідження
2. Знати основні методики та методи досліджень, що проводяться у сталеплавильному виробництві та способи обробки результатів цих досліджень, з використанням сучасного програмного забезпечення на ПЕОМ
3. Уміти вибирати оптимальну для конкретних умов методику дослідження, обладнання для проведення експерименту та провести його методами математичного та/або фізичного моделювання процесів

Перелік модулів , лекцій, практичних занять, та терміни виконання

Програмні результати навчання, контрольні заходи та терміни виконання оголошуються студентам на першому занятті.

І чверть

Назва модулю	Вид занять	Термін виконання	Програмні результати навчання	Контрольний захід
1. Визначення та класифікація наукових досліджень. Теорія планування факторного експерименту. Факторні експерименти першого порядку	<u>Лекція 1 та 2</u> (4 години). Вступ. Загальні засади організації наукових досліджень Вступ. Визначення поняття наукового дослідження та його загальна класифікація. Структура й основні етапи наукового дослідження. Особливості експериментальних досліджень	1 – тиждень	№1	Поточний контроль шляхом усних опитувань студентів у ході навчальних занять
	<u>Лекція 3</u> (2 години). Теорія планування експерименту Принципи планування й критерії оптимальності планів експерименту <u>Лекція 4</u> (2 години). Плани першого порядку Загальне поняття про повнофакторний та дробовофакторний експерименти.	2 – тиждень	№1 №2	Поточний контроль шляхом усних опитувань студентів у ході навчальних занять
	<u>Лекція 5 та 6</u> (4 години). Плани першого порядку Кодування факторів, складання матриці планування для ПФЕ та ДФЕ. вимоги до них. Перевірка однорідності дисперсій і відтворюваності вимірів. Оцінка коефіцієнтів регресії, перевірка їхньої значущості. Перевірка адекватності регресійної моделі	3 – тиждень	№1 №2	Поточний контроль шляхом усних опитувань студентів у ході навчальних занять
	<u>Практичне заняття 1</u> (4 години). Повний факторний експеримент Ознайомлення з методом складання плану повного факторного експерименту, визначенням емпіричної залежності та доведенням її адекватності	4 – тиждень	№2	Виконання та захист практичної роботи

	<p><u>Практичне заняття 1</u> (2 години). Повний факторний експеримент Ознайомлення з методом складання плану повного факторного експерименту, визначенням емпіричної залежності та доведенням її адекватності</p> <p><u>Практичне заняття 2</u> (2 години). Дробовий факторний експеримент Ознайомлення з методом складання плану дробового факторного експерименту і визначенням емпіричної залежності.</p>	5 – тиждень	№2	Виконання та захист практичної роботи
	<p><u>Практичне заняття 2</u> (2 години). Дробовий факторний експеримент Ознайомлення з методом складання плану дробового факторного експерименту і визначенням емпіричної залежності.</p>	6 – тиждень	№2	Виконання та захист практичної роботи
2. Факторні експерименти другого порядку	<p><u>Лекція 7</u> (2 години). Плани другого порядку Принципи композиційного планування. Центральні композиційні ортогональні плани другого порядку (ЦКОП). Центральні композиційні ротатабельні плани другого порядку (ЦКРП)</p>	6 – тиждень	№1 №2	Поточний контроль шляхом усних опитувань студентів у ході навчальних занять
	<p><u>Лекція 8</u> (2 години). Плани другого порядку Центральні композиційні ротатабельні плани другого порядку (ЦКРП).</p> <p><u>Практичне заняття 3</u> (2 години). Центральні композиційні ортогональні плани другого порядку Ознайомлення з методом складання плану центрально композиційного ортогонального плану факторного експерименту і визначенням емпіричної залежності.</p>	7 – тиждень	№1 №2	Поточний контроль шляхом усних опитувань студентів у ході навчальних занять Виконання та захист практичної роботи
	<p><u>Практичне заняття 3</u> (4 години). Центральні композиційні ортогональні плани другого порядку Ознайомлення з методом складання плану центрально композиційного ортогонального плану факторного експерименту і визначенням емпіричної залежності.</p>	8 – тиждень	№2	Виконання та захист практичної роботи

II чверть

3. Наукові дослідження	Лекція 9 та 10 (4 години). Роль наукових досліджень в створенні нових технологій та обладнання. Розглядаються нові методи досліджень в металургії, які дозволяють розробляти новітні технології та обладнання	1 тиждень	№1	Поточний контроль шляхом усних опитувань студентів у ході навчальних занять
	Лабораторні роботи 1 (4 години). Моделювання процесу розливки сталі на МБЛЗ. Виконується комп'ютерне моделювання процесу розливки сталі на МБЛЗ	2 – тиждень	№2 №3	Виконання та захист лабораторної роботи
	Практичні роботи 4 (4 години). Вязкість і поверхневий натяг сталі. Визначається вплив температури і хімічного складу сталі на її вязкість і поверхневий натяг	3 – тиждень	№2 №3	Виконання та захист практичної роботи
4. Методики проведення наукових досліджень	Лекція 11 та 12 (4 години). Роль наукових досліджень в створенні нових технологій та обладнання. Розглядаються нові методи досліджень в металургії, які дозволяють розробляти новітні технології та обладнання	4 – тиждень	№1	Поточний контроль шляхом усних опитувань студентів у ході навчальних занять
	Лабораторні роботи 2 (4 години). Моделювання процесу розливки сталі на МБЛЗ. Виконується комп'ютерне моделювання процесу розливки сталі на МБЛЗ	5 – тиждень	№2 №3	Виконання та захист лабораторної роботи
	Практичні роботи 5 (8 години). Вязкість і поверхневий натяг сталеплавильного шлаку. Визначаються параметри які впливають на вязкість і поверхневий натяг шлаку	6,7 – тиждень	№2 №3	Виконання та захист практичної роботи
5. Тема курсової роботи згідно теми НДРС	Курсова робота (30 годин) Тема курсової роботи згідно теми НДРС	8 – тиждень	№1 №2 №3	Виконання та захист курсової роботи

III чверть

6. Лабораторні дослідження промислові дослідження	Лабораторні роботи 3 (4 години). Дослідження гідродинамічних характеристик розплаву у кристалізаторі блюмової МБЛЗ за газодинамічного гальмування струменя. Дослідження впливу газодинамічного гальмування струменю на характер циркуляційних потоків у кристалізаторі МБЛЗ та швидкість розливання	2 – тиждень	№2 №3	Виконання та захист лабораторної роботи
	Практичні роботи 6 (4 години). Дослідження гідродинамічних характеристик розплаву у кристалізаторі блюмової МБЛЗ за газодинамічного гальмування струменя. Розроблюється технічне завдання і робочий план проведення досліджень за темою дипломної роботи	4 – тиждень	№2 №3	Виконання та захист практичної роботи
7. Підготовка звіту з досліджень	Лабораторні роботи 4 (4 години). Підготовка звіту з НДР. Дослідження впливу газодинамічного гальмування струменю на характер циркуляційних потоків у кристалізаторі МБЛЗ та швидкість розливання	6 – тиждень	№2 №3	Виконання та захист лабораторної роботи
	Практичні роботи 2 (4 години). Методи обробки даних на ПЕОМ. формлення звіту з НДР. Публікація наукових матеріалів.	8 – тиждень		Виконання та захист практичної роботи

Самостійна робота

Самостійна робота є складовою підготовки здобувача вищої освіти протягом вивчення курсу. Вона передбачає виконання наступних видів робіт:

№№ з/п	Вид самостійної робіт	Тривалість (годин)
1	Підготовці до аудиторних занять	16
2	Підготовці до модульних контрольних робіт (екзамену)	9
3	Опрацюванні розділів, які не викладаються на лекціях	
	Симетричні некомпозиційні плани Квазі Д-оптимальні плани Песочинського. Трьохрівневі плани Бокса-Бенкена	3
	Несиметричні композиційні плани План Хартлі. План Вестлейка. План Рехтшафнера	3
	Властивості металевих розплавів Методи для встановлення властивостей металевих розплавів	12
	Властивості металевих розплавів Обладнання для встановлення властивостей металевих розплавів.	12
4	Індивідуальні завдання	
	Аналітичні дослідження за темою НДРС Виконується аналітичний огляд сучасної науково-технічної літератури за темою НДРС.	6
	Розробка методики проведення досліджень за темою НДРС Розробка методики проведення досліджень за темою НДРС.	6
	Створення лабораторно або практичної роботи за темою НДРС Створення лабораторно або практичної роботи за темою НДРС.	6
	Виконання досліджень за розробленою лабораторною або практичною роботою Звіт з виконаних досліджень згідно теми НДРС	6

Підготовку до проведення аудиторних занять та модульних контрольних робіт (екзамену) здобувачі вищої освіти здійснюють з використанням особистого конспекту лекцій та рекомендованої лектором навчальної літератури. Список навчальної літератури надається студентам на першому аудиторному занятті.

Опрацювання розділів, які не викладаються на лекціях, здійснюється за допомогою рекомендованої лектором навчальної літератури та/або додаткової навчальної літератури, яка відповідає змісту дисципліни та яку здобувач вищої освіти може обрати самостійно.

Перевірка засвоєння матеріалів з розділів програми, які не викладаються на лекціях відбувається під час проведення підсумкового

контролю, шляхом включення питань з цих розділів до екзаменаційних білетів.

Політика оцінювання

Контроль якості навчання та перевірка набуття запланованих результатів навчання з дисципліни «Організація та проведення наукових досліджень за фахом» здійснюються при проведенні семестрового (підсумкового) контролю у формі екзамену.

Екзамен проводять упродовж двох останніх тижнів чверті після завершення аудиторних занять з дисципліни «Організація та проведення наукових досліджень за фахом» згідно з графіком, укладеним старостою академічної групи, та погодженим з відповідальним викладачем та деканатом.

До виконання семестрового (підсумкового) контролю допускаються усі студенти за умови зарахування виконання практичних робіт згідно з робочим планом.

Навчальний матеріал, який виноситься на екзамен, охоплює усі модулі дисципліни «Організація та проведення наукових досліджень за фахом».

Білет з семестрового (підсумкового) контролю містить 14 питань поділених на три групи за рівнем складності (перший, питання 1-8; середній, питання 9-12; вищий, питання 13-14). Кожна група цих питань у сукупності також може дати 4 бали.

Рівень сформованості знань, вмінь та навичок студентів з дисципліни «Організація та проведення наукових досліджень за фахом» оцінюється за 12-бальною шкалою та має відповідати критеріям оцінювання, підсумкова оцінка складається із суми «ваги» вірних відповідей за кожною групою питань з округленням до найближчого цілого числа, наприклад, “5,5” → “6”; “9,2” → “9”.

Під час проведення (підсумкового) контролю неприпустимим є

порушення кодексу академічної доброчесності
(<https://nmetau.edu.ua/file/kodeks.pdf>), а саме:

- використання під час контрольних заходів заборонених допоміжних матеріалів або технічних засобів (шпаргалки, мікронавушники, телефони, планшети тощо);
- списування;
- проходження процедур контролю знань підставними особами.

У разі виявлення порушення академічної доброчесності студент відсторонюється від проходження (підсумкового) контролю й у подальшому притягується до відповідальності у вигляді повторного проходження (підсумкового) контролю, як такий, що отримав оцінку - незадовільно.

Оцінка за 12-бальною шкалою	Національна шкала	Критерії оцінювання
12	Відмінно	Студент демонструє ґрунтовні, повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає вмісту навчальної дисципліни; правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях; вміє реалізувати теоретичні положення дисципліни при виконанні практичних/лабораторних робіт та при курсовому проектуванні, аналізувати отримані дані на основі набутих з даної та суміжних дисциплін знань та умінь; знає сучасні технології, тенденції їх розвитку та методи розрахунків; проявляє вміння самостійно ставити та вирішувати поставлені завдання, активно включатись в дискусії; може відстоювати власну позицію з питань, що розглядаються; спроможний самостійно підготувати виступ на студентській науковій конференції; визначає програму своєї пізнавальної діяльності; займає активну життєву позицію; самостійно користується додатковими джерелами інформації; при тестовому контролі виконує 100 відсотків загальної кількості завдань.
11		Студент демонструє систематичні та глибокі знання навчального матеріалу за вмістом навчальної дисципліни; вміє аналізувати явища, які висвітлюються в її вмісті; розуміє взаємозв'язок і тенденції розвитку фундаментальних основ дисципліни; вміє застосовувати теоретичні положення при виконанні практичних/лабораторних робіт та курсовому проектуванні з ґрунтовним аналізом та оцінкою достовірності одержаних

		результатів; творчо використовує знання у нестандартних ситуаціях, вміє ставити і розв'язувати задачі у фаховій сфері, застосовуючи вивчений матеріал для формування власних суджень та використання у практичній діяльності; спроможний самостійно або з мінімальною допомогою викладача підготувати виступ на студентській науковій конференції; визначає програму своєї пізнавальної діяльності із системним оцінюванням різноманітних явищ та процесів; займає активну життєву позицію; самостійно користується додатковими джерелами; при тестовому контролі виконує 90-95 відсотків загальної кількості завдань.
10		Студент демонструє глибокі і ґрунтовні знання матеріалу за вмістом навчальної дисципліни; робить на професійному рівні аналіз можливих ситуацій на основі її вмісту; вміє застосовувати теоретичні положення при виконанні практичних/лабораторних робіт та курсовому проектуванні, але допускає окремі неточності; вміє самостійно знаходити та виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною; знає сучасні технології та методи розрахунків з даної дисципліни; може визначати тенденції та суперечності різних процесів; робить аргументовані висновки; адекватно оцінює сучасні тенденції, факти, явища, процеси; самостійно визначає мету власної діяльності; знає зв'язок між суміжними дисциплінами; використовує знання, аналізуючи різні явища, процеси; самостійно користується додатковими джерелами; при тестовому контролі виконує 82-89 відсотків загальної кількості завдань.
9		Студент ґрунтовно володіє матеріалом за вмістом навчальної дисципліни, знає і використовує її основні положення для, аналізу можливих ситуацій при виконанні практичних/лабораторних робіт та курсовому проектуванні; вміє пояснити основні фундаментальні положення виконаних завдань та дати правильні відповіді про зміну результату при зміні вихідних параметрів; помилки у відповідях/рішеннях/ відповідних завдань не є системними; вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях та задоволенні практичних потреб; самостійно знаходить та користується додатковими джерелами інформації; при тестовому контролі виконує 75-82 відсотків загальної кількості завдань.
8	Добре	Студент виявляє добрі знання навчального матеріалу за вмістом навчальної дисципліни, але допускає несуттєві помилки при використанні теоретичних положень під час виконання практичних/лабораторних робіт та курсовому проектуванні; вміє застосовувати навчальні матеріали у стандартних ситуаціях та задоволенні практичних потреб; вміє аналізувати, робити висновки; самостійно користується додатковими джерелами інформації; обґрунтовано використовує термінологію та фундаментальні положення; при тестовому контролі виконує 67-74 відсотків загальної кількості завдань.
7		Студент виявляє певні знання навчального матеріалу за вмістом навчальної дисципліни, правильно і логічно відтворює її вміст; демонструє достатні вміння під час виконання практичних/лабораторних робіт та курсовому проектуванні, самостійно визначає шляхи їх виконання; оперує базовими теоріями і фактами взаємозв'язку між дисциплінами, вміє

		наводити приклади на підтвердження певних думок; у стандартних ситуаціях за допомогою викладача вмiє застосовувати теоретичнi знання; з окремими неточностями вмiє знаходити та використовувати додатковi iнформацiйнi матерiали; при тестовому контролi виконує 58-66 вiдсоткiв загальної кiлькостi завдань
6	Задовiльно	Студент засвоїв основний теоретичний матерiал навчальної дисциплiни та орієнтується в її вмістi; виконує стандартнi (типовi) завдання практичних/лабораторних робiт та курсовому проектуваннi; розуміє основні взаємозв'язки між дисциплiнами та практичними потребами, що є визначальними в курсі, може поверхнево аналізувати події, ситуації, робить певні висновки; з допомогою викладача може вирішувати подібні завдання, але допускає значну кiлькiсть неточностей i грубих помилок; виконує 50-57 вiдсоткiв загальної кiлькостi тестiв
5		Студент має певні формалізовані знання навчального матерiалу, але невпевнено орієнтується у вмістi навчальної дисциплiни та основних теоретичних положеннях; частково володіє вмiннями щодо виконання практичних/лабораторних робiт та курсовому проектуваннi; вiдсутнє розуміння взаємозв'язкiв з iншими дисциплiнами та практичними потребами; виконує 41-49 вiдсоткiв загальної кiлькостi тестiв.
4		Студент демонструє неповні знання навчального матерiалу; недостатньо орієнтується у вмістi навчальної дисциплiни; демонструє деякі вмiння при застосуваннi теоретичних положень під час виконання практичних/лабораторних робiт та курсовому проектуваннi; допускає суттєві помилки, пов'язуючи базові фундаментальні положення з практичними потребами; при тестовому контролi виконує 33-40 вiдсоткiв загальної кiлькостi завдань.
3	Незадовiльно	Студент лише частково опанував навчальний матерiал дисциплiни; слабо орієнтується в її вмістi; допускає iстотні помилки при виконаннi практичних/лабораторних робiт та курсовому проектуваннi; не пов'язує базові фундаментальні положення з практичними потребами; при тестовому контролi виконує 15-32 вiдсоткiв загальної кiлькостi завдань
2		Студент лише частково опанував навчальний матерiал дисциплiни, не орієнтується в її вмістi, потребує суттєвої допомоги при виконаннi практичних/лабораторних/ курсових робiт, демонструє незнання базових фундаментальних положень; при тестовому контролi виконує не бiльше 15 вiдсоткiв загальної кiлькостi завдань.
1		Студент не опанував навчальний матерiал дисциплiни, не знає наукових фактiв, визначень, не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій лiтературі, у нього вiдсутнє системне мислення, практичнi навички не сформовані

У разі отримання на екзамені незадовiльної оцiнки студентові за згодою деканату дозволяються дві додатковi спроби для перездачі:

перша – викладачеві, який проводив екзамен; друга, за умови невдалої першої спроби, – комісії, яка призначається завідувачем кафедри,

що викладає дисципліну, у складі двох-трьох викладачів кафедри за участі відповідального викладача, який проводив екзамен.

Перескладання екзамену з метою підвищення отриманої позитивної оцінки не дозволяється.

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

Політика навчальної дисципліни

Курс читається українською мовою.

При наявності відповідним чином оформленого дозволу допускається вільне відвідування лекційних занять з дисципліни «Альтернативні процеси виробництва чорних металів».

Відвідування практичних занять для студентів є обов'язковим. Винятки можливі лише для студентів з обмеженими можливостями та з поважних причин.

Пропущені практичні заняття (з поважної причини або без неї) мають бути відпрацьованими в позаурочний час (не пізніше 9 тижня поточної чверті). Час і місце проведення додаткових занять визначає викладач.

Під час занять або поза ними студент має демонструвати повагу та толерантність стосовно всіх учасників освітнього процесу (студенти, викладачі, допоміжний персонал).

Студенти повинні дотримуватися кодексу академічної доброчесності (<https://nmetau.edu.ua/file/kodeks.pdf>), правил внутрішнього розпорядку Академії (https://nmetau.edu.ua/file/vn_rozporyadok.pdf), усіх принципів та положень нормативних документів щодо організації навчального процесу у ЗВО (https://nmetau.edu.ua/file/organizatsiya_osvit_prot.pdf).

ДОДАТОК 1

Рекомендована література

1. Организация эксперимента: Учебное пособие/ В. И. Баптизманский, Ю.Н. Яковлев, Ю.С. Паниотов и др Киев: УМК ВО, 1992. — 244 с.
2. Пинчук С.И. Организация эксперимента при моделировании и оптимизации технологических систем: Уч. Пособие – Днепропетровск: ООО НИО «Дива», 2008. – с.248
3. Основы планирования научно-исследовательского эксперимента: Учебное пособие/Под ред. Рудакова Г.М. -Ташкент: Укитувчи, 2004 - 336 с.
4. Адлер. Ю.П. Введение в планирование эксперимента. М: Металлургия, 1968-155 с.
5. Теория инженерного эксперимента. Бояршинова А.К., Фишер А.С. - Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2006-85 с.
6. Белокопытов В.И. Статистические методы управления качеством металлопродукции Учебное пособие. — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2011. — 108 с.
7. Физико-химические методы исследования металлургических процессов: Учебник для вузов./Арсентьев П.П., Яковлев В.В., Крашенинников М.Г. и др. М.: Металлургия, 1988, 511 с.
8. Марков Б.Л., Кирсанов А.А. Физическое моделирование в металлургии. М.: Металургия, 1984.- 119с
9. Техника металлургического эксперимента. Изд. 2-е. Линчевский Б.В. М.: Металлургия, 1979, 256 с.
10. Методические указания по расчету конвертерной плавки с использованием ЭВМ для студентов специальности 0401 – металургія черных металлов. /Ю.Н.Яковлев, А.Г.Величко, В.П.Черевко. Днепропетровск, ДМетИ, 1981 с51.

11. Расчеты металлургических процессов на ЭВМ: Учебное пособие для вузов. Рыжонков Д.И., Падерин С.Н., Серов Г.В., Жидкова ЛюК. М.: Металлургия, 1987. 231 с.

12. Бойченко Б.М., Охотский В.Б., Харлашин П.С. “Конвертерне виробництво сталі”, - Дніпропетровськ: РВА „Дніпро-ВАЛ”, 2004.-454 с.

13. Motzfeldt Ketil. High Temperature Experiments in Chemistry and Materials Science. Department of Materials Science Norwegian University of Science and Technology, Norway. — John Wiley & Sons, Ltd., 2013. — 384 p.

14. Mazumdar D., Evans J.W. Modeling of Steelmaking Processes. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2010. XXIX, 463 p.

ДОДАТОК 2

Типові питання до екзамену

- По цільовому призначенню наукові дослідження бувають:
 - Пошукові;
 - Диференційні;
 - Господоговорні;
 - Довгострокові.
- По видах зв'язку з виробництвом наукові дослідження бувають:
 - Виконувані за завданням місцевих органів влади;
 - Короткострокові;
 - Сприятливі поліпшенню виробничих відносин;
 - Виконуються за планом міністерства.
- Основними вимогами до факторів є :
 - Незалежність ;
 - Комплексність;
 - Ортогональність;
 - Рандомність.
- По составу досліджуваних якостей об'єкта наукові дослідження бувають:
 - Теоретичні;
 - Прикладні;
 - Стартапові;
 - Комплексні.
- Строк проведення короткострокових наукових досліджень становить:
 - до 1 місяця;
 - до 5 років;
 - до 6 місяців;
 - до 1 року.
- Наукове припущення, допущення, дійсне значення якого не визначене й для підтвердження або спростування необхідні теоретичні й/або експериментальні дослідження називається:
 - Полігімнія;
 - Аксиома ;
 - Лема ;
 - Гіпотеза.
- До критеріїв оптимальності плану експерименту відносять:
 - Д- оптимальність;
 - А - оптимальність;
 - Е - оптимальність;
 - Ортогональність.
- Нормування рівнів факторів здійснюється по формулі:
 - $Y_i = \sqrt[n]{\prod_{u=1}^n Y_{ui}}$;
 - $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$;
 - $S = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$;
 - $X = \frac{(x_i - x_{очн})}{\Delta x_i}$
- Перелічіть види наукових досліджень по составу досліджуваних якостей об'єкта?
- Дайте визначення перетворюючого експерименту?
- Дайте визначення поняттю симетричність плану експерименту?
- Дайте визначення поняттю генеруюче співвідношення?
- Складіть матрицю для напіврепліки 2^{4-1} з генеруючим співвідношенням $X_4 = X_1 X_2 X_3$
- У результаті проведення повнофакторного експерименту матриця якого представлена в таблиці були отримані наступні результати. Перевірте відтворюваність експерименту.

	ПЛАН				ВІДГУК	
	X ₀	X ₁	X ₂	X ₁ X ₂	Y _{u1}	Y _{u2}
1	+	-	-	+	27	28
2	+	+	-	-	15,9	17,1
3	+	-	+	-	22,1	22,9
4	+	+	+	+	13,4	13,6

