



ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЛИВАРНИХ ПРОЦЕСІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G10 Металургія
Освітня програма	Комп'ютеризовані процеси лиття (2025)
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, 2 семестр
Обсяг дисципліни	5,0 кредитів ЕСКТС, 150 год., лекції – 30 год., практичні – 16 год., лабораторні – 14 год., СРС – 104 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Іспит / МКР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., професор Ямшинський Михайло Михайлович, m.yamshinskiy@kpi.ua , +38(050)-546-06-83 д.т.н., професор Могилаченко Володимир Геннадійович, mvg@iff.kpi.ua , +38(066)-717-23-26 Лабораторні: асистент Кивгило Богдан Володимирович, kyvhylo.bohdan@gmail.com , +38(068)-533-41-77 Практичні: д.т.н., професор Могилаченко Володимир Геннадійович, mvg@iff.kpi.ua , +38(066)-717-23-26
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/MTgzOTMyNTE0MzMzMy?cjc=q6fo6qd

Програма навчальної дисципліни

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

Мета освітнього компоненту – формування стійких знань щодо організації сучасних систем автоматичного регулювання технологічними процесами у металургійній галузі та вивчення принципів математичного планування експериментів, застосування статистичних методів аналізу, побудови найбільш поширених видів планів експериментів для дослідження ливарних систем, методів пошуку оптимальних умов, методик обробки результатів експериментів.

Головними завданнями для здобувачів під час вивчення освітнього компоненту є формулювання задачі наукових досліджень стосовно вимогам математичного планування експерименту, засвоєння способів використання статистичних методів аналізу при формулюванні задачі і методик побудування математичних планів експериментів, обробки даних, побудови та інтерпретації математичної моделі. Крім того увага приділяється ознайомленню з функціонуванням та керуванням комп'ютерно-інтегрованими системами.

Дослідження та оптимізація властивостей металів та сплавів, взагалі, і кольорових – зокрема, пов'язано з великими витратами. Для їх зменшення існують математичні методи планування експерименту, які дозволяють значно зменшити кількість досліджень для одержання достовірних

результатів. Тому метою вивчення дисципліни є вивчення принципів і набуття практичних навичок з методів оброблення експериментальних даних і найбільш поширених методів математичного планування експериментів. Предметом навчальної дисципліни є методи математичного планування експериментів.

Отриманні знання з дисципліни дають можливість вирішувати складні проблеми у багатьох важливих аспектах керування технологічними процесами в металургійній галузі: аналіз стану виробництва та визначення заходів щодо організаційної та технологічної підготовки для застосування автоматизованих систем керування по відділеннях і ливарному цеху в цілому; визначення оптимального рівня, виду систем та методів автоматизації для дільниць ливарних цехів; вирішення питань автоматичного контролю, регулювання та управління технологічними процесами.

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

Дисципліна базується на знаннях умінь та навичках, одержаних здобувачами під час вивчення дисциплін: кристалізація та властивості чавуну у виливках; сталеве литво; спеціальні та особливі види лиття, конструювання литих деталей, жароміцні сплави, порошкові та композиційні матеріали

Здобувач під час вивчення освітнього компоненту набувають знань з основ статистичних методів обробки даних (експертних оцінок, критерія бажаності, кореляційного, дисперсійного та регресійного аналізу), основ теорії факторних планів (види планів, критерії оптимальності, плани 2^k , симплекс-решітчасті), методів вивчення оптимізаційних задач у ливарному виробництві. Проводити аналіз технологічних та організаційних комплексів з метою побудови багаторівневої розподіленої системи керування технологічними комплексами.

Постреквізити. Використовувати принципи механізації і автоматизації процесів виробництва, вибору та експлуатації обладнання і оснащення, що забезпечують ефективне, екологічно і технічно безпечне виробництво.

Освітній компонент забезпечує дослідницький напрямок підготовки магістрів професійного спрямування, проходження переддипломної практики, дипломне проектування і продовження навчання на третьому рівні вищої освіти.

3. Зміст навчальної дисципліни

Частина 1

Розділ 1 Загальна характеристика проблем автоматизації ливарного виробництва

Тема 1.1. Стан і перспективи розвитку автоматизації ливарного виробництва

Розділ 2 Автоматизація процесів виготовлення формувальних сумішей

Тема 2.1 Технологічна і організаційна підготовка виробництва. Класифікація формувальних матеріалів як об'єкта автоматичного дозування.

Тема 2.2. Автоматизація управління роботою сумішоприготувальних відділень. Автоматичне регулювання технологічних властивостей формувальних сумішей.

Тема 2.3. Автоматичне розподілення формувальних сумішей.

Розділ 3 Автоматизація процесів виготовлення форм і стрижнів

Тема 3.1. Технологічні та організаційні передумови. Структурні схеми автоматичних формувальних систем.

Тема 3.2. Основні принципи організації АФЛ.

Розділ 4 Автоматизація процесів плавлення ливарних сплавів

Тема 4.1. Технологічна та організаційна підготовка плавильного виробництва. Автоматичні дозуючі системи.

Тема 4.2. Автоматизація управління процесом плавлення металу.

Розділ 5 Автоматизація процесів заливальних дільниць

Тема 5.1. Технологічна і організаційна підготовка заливальних дільниць. Системи автоматичного заливання форм на конвеєрних лініях.

Тема 5.2. Автоматизація процесів фінішних операцій. Підготовка виробництва для впровадження АСК ТП фінішних операцій.

Частина 2

Розділ 6. Загальні питання планування експерименту 1-го порядку

Тема 6.1. Факторний аналіз. Основи планування експерименту.

Тема 6.2. Планування 1-го порядку. Повний факторний експеримент.

Тема 6.3. Планування 1-го порядку. Дробний факторний експеримент.

Розділ 7. Композиційні плани другого порядку

Тема 7.1. Композиційні плани другого порядку (ортогональні плани)

Тема 7.2. Композиційні плани другого порядку (рототабельні плани)

Перелік лабораторних робіт:

Лабораторна робота №1 Вимірювання вологості формувальних сумішей електричними методами

Лабораторна робота №2 Автоматизація керування робочим циклом змішувачів за допомогою командоапарата

Лабораторна робота №3 Електронний сигналізатор рівня формувальної суміші

Лабораторна робота №4 Автоматичні системи розподілу формувальних сумішей

Лабораторна робота №5 Система автоматичного дозування шихти

Перелік практичних робіт:

Практична робота № 1. Рішення задач лінійного програмування графічним методом.

Практична робота № 2. Основні поняття планування та методологія експерименту. Планування експерименту з метою опису дослідного об'єкту.

Практична робота № 3, 4. Визначення помилок вимірювань.

Практична робота № 4. Загальні відомості про помилки вимірювань.

Практична робота № 5 Метод рангової кореляції.

Практична робота № 6. Складання плану повного факторного експерименту.

Практична робота № 7. Складання плану дробного факторного експерименту.

Практична робота № 8. Центральні композиційні плани

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Пуховський Є.С. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування [Електронний ресурс] : навчальний посібник / Є. С. Пуховський, Ю. М. Малафєєв ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 9,8 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – Ч. I. – 286 с.

2. Автоматизація виробничих процесів: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Б.Р. Ціж, І.М. Ощипок ; Мін-во аграрної політики України, Львів. нац. ун-т ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. - Львів : Добра справа, 2009. - 190 с.

3. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет харчових технологій. - Київ: Видавництво Ліра-К, 2021. - 377 с.

4. Автоматизація виробничих процесів: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко [та ін.]. - Кіровоград: В.О. Лисенко, 2016. - 351 с.: іл., табл., схеми.

5. Автоматизація виробничих процесів : навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050503 "Машинобудування" денної та заочної форм навчання / [Ю.Л. Гулько, Ю.В.

Федорусь] ; Міністерство освіти і науки України. - Луцьк : РВВ Луцького НТУ, 2015. - 163 с. : схеми.

6. Автоматизація виробничих процесів та мікропроцесорна техніка [Електронний ресурс] : конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.050403 «Інженерне матеріалознавство» (код дисципліни НП-09) / НТУУ «КПІ» ; уклад. В. С. Богушевський. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,58 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2012.

7. Організація наукових досліджень: навчальний посібник / В.М. Кислий. — Суми: Університетська книга, 2011. — 224 с.

8. Методологія наукових досліджень технологічних процесів. /П.Білей, М.Адамовський, Я. Ханик, Н. Довга, Л. Сорока/ — Львів: Видав. НУ "Львівська політехніка", 2003. — 352 с.

9. Засименко В.М. Основи теорії планування експерименту. Навч. посібник. — Львів: Видав. ДУ «ЛП», — 2000. — 205 с.

10. Гришук Ю. С. Основи наукових досліджень: Навч. посібник. / Ю.С. Гришук. – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – 232 с. <http://web.kpi.kharkov.ua/ea/wp-content/uploads/sites/25/2017/02/OND-Ukr.pdf>

11. Теорія планування експериментів: Виконання розрахунково-графічної роботи [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Технологія машинобудування» / С.М. Лапач ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,31 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 86 с. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/38858/1/TOE_RHR.pdf

Допоміжна

1. Становский А.Л., Иванова Л.А. Схемотехническое проектирование объектов литейного производства. – М.: 1989. 52 с.

2. Адлер Ю.П., Маркова Е.П., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - М: Наука, 1976. - 279 с.

3. Основы научных исследований в литейном производстве. / А.Е. Кривошеев, Г.Е. Белай и др. – Киев-Донецк.: Вища школа, 1979. – 166с.

4. Пельх С.Г., Семесенко М.П. Оптимизация литейных процессов. Уч. пос. – К.: Вища школа, 1977. – 192 с.

5. Исаханов Г.В. Основы научных исследований в строительстве. Уч. пос. – К.: Вища школа, 1985. – 208 с.

6. Лазарєв В. С., Сидоренко В. А. Планування експерименту в інженерних дослідженнях. – Київ : Вища школа, 2002. – 327 с.

7. Дьяконов В. П., Івченко Г. І. Математичне моделювання та планування експерименту. – Київ : Наукова думка, 2010. – 298 с.

8. Костогриз П. І. Математичні методи планування експерименту. – Дніпро : ДНУ, 2017. – 214 с.

9. Губаренко В. Ф., Кравченко В. П. Методи математичного моделювання та планування експерименту в наукових дослідженнях. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – 240 с.

10. Коваленко Н. О., Гончаренко О. М. Методи планування експерименту та обробки результатів досліджень. – Черкаси : ЧДТУ, 2021. – 188 с.

Інформаційні ресурси

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.

Література є вільному доступу в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського та Методичному кабінеті кафедри ливарного виробництва.

Додатково можна опрацьовувати літературу з інтернет джерел: <https://foundry.kpi.ua>, <https://www.twirpx.com>; <http://bookash.pro>; <http://techlib.org/lite>; <tps://ua1lib.org>; http://mirznani.com/info/osnovnye-ponyatiya-i-planirovanie-eksperimenta_113824

Студенти можуть самостійно шукати матеріали за окремими питаннями курсу, що забезпечує розвиток здатності до пошукової та дослідницької діяльності, критичного аналізу інформації.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Опанування навчальної дисципліни здійснюється з використанням елементів змішаного навчання, що поєднує традиційні та цифрові підходи до організації освітнього процесу. Для забезпечення ефективної взаємодії між викладачем і здобувачами освіти застосовуються електронна пошта, месенджери (Viber, WhatsApp) та забезпечено відкритий доступ до навчального курсу на платформі Google Classroom, де регулярно публікуються навчальні матеріали, інструкції до виконання завдань, презентації та додаткові інформаційні ресурси.. Такий підхід сприяє підвищенню доступності навчальної інформації, оперативному зворотному зв'язку та формуванню відповідальності здобувачів за власне навчання.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Розділ 1 Загальна характеристика проблем автоматизації ливарного виробництва Тема 1.1. Стан і перспективи розвитку автоматизації ливарного виробництва Лекція 1. Особливості розвитку, сучасний стан і напрямки автоматизації ливарного виробництва. Література: 1, 2, 3. Завдання на СРС: Засвоїти вплив розвитку суспільства на стан АСК та структуру типових блоків АСК. Розділ 2 Автоматизація процесів виготовлення формувальних сумішей Тема 2.1 Технологічна і організаційна підготовка виробництва. Класифікація формувальних матеріалів як об'єкта автоматичного дозування. Технологічна і організаційна підготовка сумішеприготувальних відділень для впровадження АСК ТП. Завдання на СРС: Визначити передумови запровадження впровадження АСК ТП для сумішеприготувальних відділень Література: 1-4.
2	Тема 2.2. Автоматизація управління роботою сумішеприготувальних відділень. Автоматичне регулювання технологічних властивостей формувальних сумішей. Лекція 2. Автоматичні дозатори сипких та рідких компонентів формувальних сумішей. Припустимі похибки дозування. Оцінка точності дозування. Автоматичні системи керування змішувачами. Автоматичне регулювання технологічних властивостей формувальних сумішей. Завдання на СРС: Засвоїти системи автоматичного керування змішувачами та визначення технологічних властивостей формувальних сумішей. Література: 1-6.
3	Тема 2.3. Автоматичне розподілення формувальних сумішей. Лекція 3. Автоматичне розподілення формувальних сумішей. Незалежні і програмні системи розподілення сумішей по бункерах. Завдання на СРС: Засвоїти структури автоматизованих систем управління виробничими процесами. Література: 1-6.

4	Розділ 3 Автоматизація процесів виготовлення форм і стрижнів Тема 3.1. Технологічні та організаційні передумови. Структурні схеми автоматичних формувальних систем. Лекція 4. Технологічна і організаційна підготовка виробництва для впровадження автоматичних формувальних і стрижневих ліній. Структурні схеми автоматичних формувальних систем. Завдання на СРС: Засвоїти структурні схеми автоматичних формувальних систем. Література: 1-6.
5	Тема 3.2. Основні принципи організації АФЛ. Лекція 5. Основні принципи організації АФЛ. Компонувачні рішення АФЛ. Автоматичне регулювання ступеня ущільнення форм. Завдання на СРС: Засвоїти Література: 1-4.
6	Розділ 4 Автоматизація процесів плавлення ливарних сплавів Тема 4.1. Технологічна та організаційна підготовка плавильного виробництва. Автоматичні дозуючі системи. Лекція 6. Технологічна і організаційна підготовка плавильних відділень. Автоматизовані лінії дозування і завантаження шихти. Завдання на СРС: Засвоїти компонентні рішення АФЛ та їх застосування. Література: 4. Календарний контроль 1.
7	Тема 4.2. Автоматизація управління процесом плавлення металу. Лекція 7. Автоматичні системи керування плавленням сплавів у вагранках та дугових печах Завдання на СРС: Засвоїти основні системи керування плавленням сплавів. Література: 4.
8	Розділ 5 Автоматизація процесів заливальних дільниць Тема 5.1. Технологічна і організаційна підготовка заливальних дільниць. Системи автоматичного заливання форм на конвеєрних лініях. Лекція 8. Технологічна і організаційна підготовка заливальних дільниць. Системи автоматичного заливання форм на конвеєрних лініях. Види та призначення заливальних систем. Завдання на СРС: Засвоїти види та призначення заливальних систем. Література: [2] с 44-60; [3] с. 216-229; [5] с. 51...59.
9	Тема 5.2. Автоматизація процесів фінішних операцій. Підготовка виробництва для впровадження АСК ТП фінішних операцій. Лекція 9. Принципи конструювання систем вибивання форм. Автоматизація відділень фінішних операцій. Завдання на СРС: Засвоїти основні типи схем автоматизації відділень фінішних операцій. Література: 4, 5.

10	Розділ 6. Загальні питання планування експерименту 1-го порядку Лекція 10. Вступ до планування експерименту першого порядку. Основи теорії експерименту. Основні типи факторних планів 1-го порядку. Завдання на СРС: Засвоїти основні типи схем автоматизації відділень фінішних операцій. Література: 7-11.
11	Лекція 11. Побудова математичної моделі. Кодування факторів (нормалізація). Завдання на СРС: Засвоїти основні принципи побудови математичних моделей. Література: 7-11.
12	Лекція 12. Аналіз достовірності та оптимізація плану. Похибки вимірювання та відтворюваність результатів. Статистичний аналіз адекватності моделі. Завдання на СРС: Засвоїти основні принципи аналізу математичних моделей. Література: 7-11.
13	Лекція 13. Основи планування експерименту. Поняття композиційного плану другого порядку. Завдання на СРС: Засвоїти основні принципи планування експерименту композиційного плану другого порядку. Література: 7-11.
14	Лекція 14. Структура та побудова композиційного плану другого порядку. Побудова та аналіз структури ЦКП: ортогональні, осьові, комбіновані. Завдання на СРС: Засвоїти основні принципи планування експерименту композиційного плану другого порядку. Література: 7-11.
15	Лекція 15. Математична модель і обробка результатів у ЦКП. Завдання на СРС: Засвоїти основні принципи оброблення ЦКП. Література: 7-11. Календарний контроль 2.
16	Іспит

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота здобувачів здійснюється протягом всього семестру в рамках годин відповідно до робочого навчального плану підготовки.

Підготовка до лекцій: ознайомлення з матеріалами попередніх лекцій.

Підготовка до лабораторних робіт: написання протоколу, проведення розрахунків, побудова графічних залежностей і формулювання висновків за даними виконання роботи – до наступної лабораторної роботи.

Викладання освітнього компоненту побудовано таким чином, що наступний матеріал може бути засвоєний тільки після пророблення попереднього, у цих умовах успіх вивчення дисципліни залежить від систематичної самостійної роботи студента з матеріалом лекцій і рекомендованою літературою.

Систематичному поглибленню та накопиченню нових знань та умінь сприяє і самостійна підготовка до практичних занять та лабораторних, що містить:

- вивчення теорії питання;
- освоєння розрахункового апарата.

Таблиця 1. – Розподіл годин між аудиторною і самостійною роботою

Назви змістовних модулів	Кількість годин				
	Всього	У тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС
Розділ 1 Загальна характеристика проблем автоматизації ливарного виробництва	9	1			8
Розділ 2 Автоматизація процесів виготовлення формувальних сумішей	16	4		4	8
Розділ 3 Автоматизація процесів виготовлення форм і стрижнів	16	4		4	8
Розділ 4 Автоматизація процесів плавлення ливарних сплавів	18	4		6	8
Розділ 5 Автоматизація процесів заливальних дільниць	12	4			8
Розділ 6. Загальні питання планування експерименту 1-го порядку	22	6	8		8
Розділ 3. Композиційні плани другого порядку	21	5	8		8
Календарний контроль 1	3	1			2
Календарний контроль 2	3	1			2
Іспит	30				30
ВСЬОГО	150	30	16	14	90

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- Відвідування лекційних занять є вільним, відвідування всіх видів занять фіксується, але не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал, який необхідний для виконання лабораторних та практичних занять.
- Допуск до лабораторних робіт за наявності оформленого протоколу (мета, матеріали, обладнання, знання етапів виконання); коротке опитування за матеріалом роботи.
- Захист лабораторних робіт на наступному занятті (заповненні таблиці, наведені необхідні розрахунки, побудовані графічні залежності, сформульовані висновки за результатами досліджень).
- Заохочувальні бали (до 10 б.) оформлення презентацій, рефератів, розроблення діючих макетів, участь у конференціях, сертифікати здобувача неформальної освіти.
- Політика дедлайнів та перескладань: практичні роботи захищаються на наступному занятті, контрольні роботи переписують на консультаціях; залік, як форма підсумкового контролю відбувається відповідно до розкладу екзаменаційної сесії, перескладання відповідно до графіку перескладань у додаткову сесію;

- Нормативно-правові документи: Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського та Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/index.php/docs>)
- Політика щодо академічної доброчесності згідно:
 - Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://kpi.ua/files/honorcode.pdf>)
 - Положення про систему запобігання академічному плагіату (https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/Pologen_pro_plagiat.pdf)
- Інші вимоги: Правила внутрішнього розпорядку в студентських гуртожитках НТУУ "КПІ" (<https://kpi.ua/admin-rule-hostel>) та нормативні документи Університету (<https://kpi.ua/web-document>): виконання вимог техніки безпеки під час виконання лабораторних робіт; дотримання правил внутрішнього розпорядку.

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

Структура навчальної дисципліни

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи	
	кредити	академічних годин	Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС	МКР	Семестрова атестація
2	5,0	150	30	16	14	90	1	Іспит

Календарний контроль здобувачів відбувається на 6 та 12 тижнях навчання.

На перший календарний контроль за виконання всіх вимог – не менше 15 балів

На другий календарний контроль за виконання всіх вимог – не менше 45 балів

Семестровий рейтинг успішності студента, R_C , формується як сума балів, нарахована студенту за роботу протягом семестру: за написання модульної контрольної роботи, за виконання 5-ти лабораторних робіт.

Для одержання заохочувальних балів для покращання семестрового рейтингу передбачено виконання самостійної творчої роботи: написання додаткових рефератів, складання програм для розраховувань на ПЕОМ, участь в конкурсах, доповіді на конференціях, огляди наукових праць, виготовлення технічних засобів навчання, сертифікати з отримання неформальної освіти тощо.

Отже семестровий рейтинг з дисципліни R_C , розраховують за формулою:

$$R_C = \sum_{i=1}^{2_{\text{кал.кон.}}} \text{МКР} + \sum_{i=1}^9 \text{ПР} + \sum_{i=1}^5 \text{ЛР} + \text{ТР}^* - 1,1 \cdot k,$$

де МКР – сума балів за виконання модульної контрольної роботи;

ПР – сума балів за виконання практичних робіт;

ЛР – сума балів за виконання лабораторних робіт;

*ТР – бали, зараховані за виконання творчої роботи (за бажанням студента);

k – кількість практичних робіт, які захищені несвоєчасно; ваговий коефіцієнт дорівнює 1,1.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається із 2-х тестів, теоретичного характеру які проводяться під час поточного контролю в системі Classtime.

1 тест складається із 25 питань (15 балів)

2 тест складається із 30 питань (19 балів)

Час написання тесту складає 45 хв.

Максимальний бал за МКР складає 34 бали.

Практичні роботи. Студент самостійно (в рамках СРС) готується до виконання практичних робіт. Оцінка складається з оцінювання підготовки здобувача до роботи в рамках аудиторних годин і її виконання:

- бездоганно написаний зміст роботи із усіма необхідними рисунками, таблицями, формулами для розрахунків та задовільна підготовка до її виконання, наведено розрахунки і їх проаналізовано – 2,0 бали;
- незначні невідповідності (відсутній рисунок, таблиця тощо) або неточності у відповідях або розрахунках – 1,5 бали;
- загальна схема виконання викладена, але без будь-яких пояснень – 1,0 бал;
- протокол відсутній або задовільний протокол але студент не готовий до виконання роботи, не володіє лекційним матеріалом і не володіє розрахунковим апаратом – 0 балів.
- за несвоєчасне виконання та захист лабораторної роботи без поважних причин віднімається 0,5 бала за кожний тиждень.
- Максимальний бал за ПР складає 16 балів.

Лабораторні роботи. Студент самостійно (в рамках СРС) готується до виконання лабораторних робіт. Оцінка складається з двох етапів: перший – оцінюється підготовка до виконання лабораторної роботи:

- бездоганно написаний протокол із усіма необхідними рисунками, таблицями, формулами для розраховувань та задовільна підготовка до виконання лабораторної роботи – 2 бали;
- незначні невідповідності (відсутній рисунок, таблиця тощо) або незадовільне знання виконання роботи – 1 бал;
- задовільний протокол але студент не готовий до виконання лабораторної роботи – 0 балів;
- відсутній протокол – студент не допускається до виконання лабораторної роботи.

Другий етап – захист лабораторної роботи:

- бездоганна відповідь з поясненнями – 2,0 бали;
- незначні неточності у відповіді, відсутність пояснень тощо – 1,5 бали;
- загальна схема відповіді наведена, але відсутні будь-які пояснення – 1,0 бал;
- відповіді відсутні або цілком помилкові – 0 балів.

У разі захисту лабораторної роботи несвоєчасно від наведеної суми балів віднімається 0,5 бала за кожну неділю несвоєчасного захисту.

Отже максимальна оцінка однієї лабораторної роботи складає 5 балів.

Максимальний бал за ЛР складає 20 балів.

Творча робота. Залежно від складності і якості виконання одного творчого завдання нараховують до 5 балів. Допускається виконання двох додаткових робіт.

Розрахунок шкали (R) рейтингу: Сума вагових балів контрольних заходів для студента, який зразково виконав їх (МКР та ЛР) і який не має пропусків занять без поважних причин максимально складає:

$$R_c = 2 \cdot 15 + 4 \cdot 5 + 5 \cdot 8 = 70 \text{ балів}$$

Таким чином, рейтингова шкала, R_c , з дисципліни складає 70 балів.

Необхідною умовою одержання допуску до іспиту є виконання та зарахування модульної контрольної роботи, оформлених розрахунків з практичних робіт, захищені результати лабораторних робіт а також стартовий (r_c) рейтинг студента має бути не менше 60 балів від максимального рейтингу R_c .

За умови, коли $R_d < 0,6 R_c$, тобто $R_d < 60$ балів, здобувача не допускають до іспиту. Для складання іспиту здобувач повинен через виконання додаткових завдань набрати рейтинг більше 60 балів.

Іспит складається із 60-ти тестових завдань теоретичного характеру. Максимальна кількість балів – 30. Час написання 90 хв.

Залежно від фактично набраного рейтингу успішність студента встановлюють (ECTS та традиційну) відповідно до таблиці (без урахування результатів творчої роботи)

Таким чином рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$R = R_C + R_E = 70 + 30 = 100 \text{ балів}$$

Залежно від фактично набраного рейтингу оцінку студенту встановлюють (ECTS та традиційну) відповідно до таблиці.

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на підсумковий контроль:

- Технологічні і організаційні передумови автоматизації ливарних цехів.
- Автоматичні лінії дозування та завантаження шихти.
- Технологічна і організаційна підготовка виробництва для автоматизації технологічних процесів сумішеприготування.
- Методи контролю вологості формувальних сумішей.
- Методи контролю вологості формувальних сумішей для систем АРВ.
- Технологічні і організаційні передумови автоматизації ливарних цехів.
- Методи дозування компонентів формувальних сумішей.
- Аналіз стану виробництва для визначення рівня ефективної автоматизації ливарних цехів.
- Технологічна і організаційна підготовка виробництва для впровадження автоматичних формувальних ліній.
- Технологічна і організаційна підготовка виробництва для автоматизації технологічних процесів сумішеприготування.
- Порівняльна характеристика методів дозування ливарних матеріалів.
- Технологічна і організаційна підготовка виробництва для автоматизації виготовлення стержнів.
- Методи усунення похибок дозування кускових матеріалів за масою.
- Технологічна і організаційна підготовка виробництва для впровадження автоматичних формувальних ліній.
- Автоматичне регулювання вологості формувальної суміші.
- Порівняльна характеристика методів дозування ливарних матеріалів.
- Незалежні системи розподілення формувальної суміші по бункерах.
- Методи дозування сипких компонентів формувальних сумішей. Конструкції і технічні параметри дозаторів.
- Програмні системи розподілення формувальної суміші по бункерах.
- Автоматичні системи регулювання вологості формувальної суміші за методом попередньої калькуляції.
- Методи дозування сипких компонентів формувальних сумішей. Конструкції дозаторів.
- Автоматичні системи регулювання вологості формувальної суміші за методом кінцевого стану.
- Методи дозування рідких компонентів формувальної суміші. Конструкції дозаторів.
- Жорсткі системи управління процесом приготування формувальних сумішей.

- Автоматичні системи регулювання вологості формувальної суміші за методом попередньої калькуляції.
- Автоматичні системи регулювання технологічних властивостей формувальних сумішей.
- Автоматичні системи регулювання вологості формувальної суміші за методом кінцевого стану.
- Аналіз стану виробництва для визначення рівня ефективної автоматизації ливарних цехів.
- Питання, які виникають при створенні ливарних автоматизованих ліній (АЛЛ).
- Технологічна і організаційна підготовка виробництва для автоматизації формувальних та стрижневих відділень.
- Дозування матеріалів за об'ємом. Недоліки та переваги.
- Автоматичне дозування компонентів формувальних сумішей за масою. Принцип, технічні параметри, приклади конструкцій.
- Дозування матеріалів за часом. Переваги та недоліки.
- Системи автоматичного управління сумішеприготуванням за методом контролю формуючості.
- Технологічна та організаційна підготовка виробництва процесів приготування формувальних сумішей.
- Методи дозування компонентів формувальних сумішей.
- Дозування шихтових матеріалів з випередженням та корекцією.
- Дозування матеріалів за часом. Переваги та недоліки.
- Дозування за масою. Принципи будови.
- Автоматичне регулювання вологості формувальної суміші.
- Якими засобами контролюються і регулюються такі параметри: дуття ваграночної плавки, витрата, тиск, температура?
- Сформулюйте вимоги щодо технологічної і організаційної підготовки виробництва для автоматизації процесів плавлення ливарних сплавів.
- Автоматизовані системи режимів плавки сплавів у індукційних печах.
- З якого комплексу обладнання складаються автоматичні формувальні лінії?
- Технологічна і організаційна підготовка виробництва для автоматизації процесів плавлення ливарних сплавів.
- Які шкідливі чинники впливають на надійність роботи елементів і систем автоматики у ливарних цехах?
- Технологічна і організаційна підготовка виробництва для автоматизації технологічних процесів виготовлення ливарних форм.
- Види і склад автоматичних ліній дозування та завантаження шихти.
- Технологічна і організаційна підготовка виробництва для автоматизації виготовлення стержнів.
- Якими засобами контролюється і регулюється температура рідкого чавуну, продуктивність вагранки?
- Методи усунення похибок дозування кускових матеріалів.
- Автоматичні сигналізатори рівня формувальних сумішей і сипучих матеріалів у бункерах.
- Незалежні системи розподілення формувальної суміші по бункерах.
- Технологічні основи автоматичного управління процесом плавлення чавунів у вагранках.
- Програмні системи розподілення формувальної суміші по бункерах.
- Автоматизація процесу плавлення сплавів у електричних дугових печах.
- Технологічна і організаційна підготовка виробництва для автоматизації стрижневих АФЛ
- Сигналізатори рівня шихти у вагранках.

- Методи дозування рідких компонентів формувальної суміші. Конструкції і технічні параметри дозаторів.
- Автоматизовані лінії дозування і завантаження шихти у плавильні агрегати.
- Автоматичне регулювання продуктивності вагранок.
- Комплексна автоматизація плавки сплавів у індукційних печах.
- В чому полягає принцип усунення похибок дозування кускових матеріалів за методом випередження?
- АСУ ТП ваграночної плавки.
- В чому полягає принцип регулювання плавлення в індукційній печі за витратою електроенергії?
- Принципи розрахунку оптимального складу шихти для плавки ливарних сплавів.
- Порівняльна характеристика методів дозування розплавів.
- Технологічна і організаційна підготовка виробництва для впровадження автоматичних формувальних ліній.
- Які методи використовуються для зниження похибок дозування кускових матеріалів?
- Комплексні системи автоматичного контролю плавлення сплавів у електродугових печах.
- Технологічні основи автоматизації плавлення чавунів у вагранках.
- В чому полягає принцип автоматичного регулювання електричного режиму процесу плавлення сплавів у дугових печах?
- Технологічні основи автоматичного управління процесом плавки чавунів у вагранках.
- Сигналізатори рівня шихти у вагранках.
- Дайте порівняльну характеристику ліній послідовного і паралельного дозування?
- Вимоги щодо технологічної і організаційної підготовки виробництва для впровадження автоматичних формувальних ліній.
- З яких вузлів складається автоматичний дозатор шихтових матеріалів?
- Перелічить параметри та засоби комплексної автоматизації плавки сплавів у індукційних печах.
- Яку інформацію та якими засобами контролюються температура і склад колошникових газів під час процесу плавлення чавуну у вагранці?
- Автоматичне регулювання ступеню згущення піщаних форм.
- В чому полягає метод вибивання „на провал” і в яких випадках його застосовують?
- Принцип дії і схему системи автоматичного пропускання незалитих форм на вибивних установках АФЛ.
- За якими ознаками класифікуються і проектується системи автоматичного вибивання ливарних форм?
- Які організаційно-технологічні заходи вирішується для створення засобів автоматизації первинної механічної обробки виливків?
- З яких вузлів складається автоматичний дозатор шихтових матеріалів?
- Автоматизовані системи вибивання форм в опоках без хрестовин.
- Які заходи з технологічної та організаційної підготовки виробництва необхідні для автоматизації заливання форм на конвеєрних лініях?
- Автоматичні системи вибивання безопокових форм.
- В чому переваги застосування робототехнічних систем?
- Автоматичні системи вибивання форм в опоках з хрестовинами у верхній опоці.
- Запропонуйте структурний склад автоматизованої лінії фінішної обробки виливків середнього литва.
- Застосування робототехніки у ливарному виробництві.
- Запропонуйте автоматичні дозатори для розплавів чавуну та сталі.
- Які організаційні варіанти застосовують у системах автоматичного вибивання форм з хрестовинами?

- Комплексні системи автоматичного контролю плавки сплавів у електродугових печах.
- З якими ознаками класифікуються системи автоматичного вибивання форм?
- Структурний склад автоматизованої лінії фінішного оброблення дрібного литва.
- Застосування робототехніки у ливарному виробництві.
- Структурний склад автоматизованої лінії фінішного оброблення крупного литва.
- За якими ознаками розділяють системи робототехніки?
- Автоматизовані системи дозування розплавів та заливання форм на базі магнітодинамічних насосів.
- Автоматичні системи вибивання форм з хрестовинами у верхніх опоках.
- В чому полягають переваги застосування робототехнічних систем?
- Підвищення надійності роботи систем автоматизації.
- Автоматичні системи вибивання форм з хрестовинами у верхніх опоках.
- Комплексні системи автоматичного контролю плавки сплавів у електродугових печах.
- Запропонуйте структурний склад автоматизованої лінії фінішної обробки виливків середнього литва.
- Системи автоматичного контролю плавки сплавів в індукційних печах.
- Запропонуйте структурний склад автоматизованої лінії фінішної обробки виливків дрібного литва.
- Інтерполяція та апроксимація даних
- Метод найменших квадратів
- Основні поняття: статистична модель, вибірка, вибіркові характеристики
- Варіаційний ряд. Емпірична функція розподілу
- Оцінка функції і щільності розподілу випадкової величини
- Модель регресії
- Лінійна регресія
- Метод найменших квадратів
- Загальна модель лінійної регресії.
- Вибір та ранжирування факторів.
- Рандомізація експерименту
- Визначення аналітичного виду залежності параметру від факторів.
- Плани першого порядку
- Дробовий факторний експеримент
- Плани другого порядку
- Ортогональні плани другого порядку
- Ротатбельні плани другого порядку.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено зав. кафедри, д.т.н., професор Михайло ЯМШИНСЬКИЙ
посада, науковий ступінь, вчене звання, ПІБ
професор, д.т.н., доцент Володимир МОГИЛАТЕНКО
посада, науковий ступінь, вчене звання, ПІБ

Ухвалено кафедрою ЛВ (протокол № 12 від 11.06.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 11/25 від 26.06.2025 р.)