



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

РОБОЧІ ПРОЦЕСИ В СУЧАСНИХ ВИРОБНИЦТВАХ

Шифр та назва спеціальності

131 – Прикладна механіка

Інститут

ІНІ Механічної інженерії та транспорту

Освітня програма

Прикладна механіка, комп'ютеризоване ливарне виробництво, художнє та ювелірне литво

Кафедра

Ливарного виробництва (142)

Рівень освіти

Магістр

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова).

Семестр

1

Мова викладання

Українська, англійська

Викладачі, розробники



Пономаренко Ольга Іванівна,

Olha.Ponomarenko@khi.edu.ua

доктор технічних наук, професор кафедри ливарного виробництва НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – 35 років. автор більш ніж 380 науково- та навчально-методичних праць, з них 20 навчально-методичного характеру, 8 методичних посібників з грифом Міносвіти України, 1 підручник, 3 монографії та 17 авторських свідоцтв і патентів.

Курси: «Теорія формування відливок», «Формувальні матеріали та суміші», «Фізико-хімічні основи ливарного виробництва», «Ресурсозберігаючі технології та плавка сплавів зі спеціальними властивостями», «Конструювання литих виробів та оснащення», «Аддитивні технології у ливарному виробництві»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

У курсі лекцій представлено інформацію про сучасні робочі процеси отримання виливків; про методи проектування та аналізу робочих процесів; представлено методологію системного аналізу та синтезу складних технічних систем та методологію системного підходу для рішення наукових і практичних задач ливарного виробництва; апарат теорії систем, прикладні математичні методи для підвищення ефективності вирішення задач по проектуванню, реконструкції та експлуатації ливарних технологічних систем на основі знання робочих процесів; теорію структурної та параметричної надійності систем для створення на їх базі нових технологічних рішень в області технології і обладнання ливарного виробництва, що забезпечують випуск заданої кількості якісних відливок.

Мета та цілі дисципліни

Мета курсу – дати майбутнім фахівцям знання по сучасним тенденціям і перспективам розвитку машинобудівних виробництв та генеративних (адитивних) технологій, про фізичні і технологічні особливості робочих процесів сучасних виробництв, основ системного аналізу складних технічних систем.

В результаті вивчення курсу студент повинен знати:

- сучасні робочі процеси отримання виливків;
- вміти проектувати та аналізувати робочі процеси ;
- знати методологію системного аналізу та синтезу складних технічних систем та методологію системного підходу для рішення наукових і практичних задач ливарного виробництва;
- використовувати апарат теорії систем, знання прикладних математичних методів і обчислювальної техніки для підвищення ефективності вирішення задач по проектуванню, реконструкції та експлуатації ливарних технологічних систем на основі знання робочих процесів;
- теорію структурної та параметричної надійності систем для створення на їх базі нових технологічних рішень в області технології і обладнання ливарного виробництва, що забезпечують випуск заданої кількості якісних відливок.

Формат занять

Лекції, лабораторні, розрахункове завдання, самостійна робота, консультації.
Підсумковий контроль – іспит

Компетентності

ЗК1. Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми.

ЗК2. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК5. Здатність розробляти та управляти проектами.

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ФК1. Здатність застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування

ФК2. Здатність критичного аналізу та прогнозування параметрів працездатності нових та існуючих механічних конструкцій, машин, матеріалів і виробничих процесів машинобудування на основі знання та використання сучасних аналітичних та/або комп'ютеризованих методів і методик.

ФК9. Здатність до самостійної роботи і ефективного функціонування в якості керівника групи чи структурного підрозділу при виконанні виробничих завдань, комплексних проектів, наукових досліджень. Відповідальність за розвиток професійного знання і практик, оцінку стратегічного розвитку команди.

ФК10. Здатність зрозумілого і недвозначного донесення власних висновків, знань та пояснень до фахівців і нефахівців, зокрема і в процесі викладацької діяльності. Здатність зрозуміти роботу інших, давати і отримувати чіткі інструкції

Результати навчання

РН2. Розробляти і ставити на виробництво нові види продукції, зокрема виконувати дослідно-конструкторські роботи та/або розробляти технологічне забезпечення процесу їх виготовлення.

РН3. Застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні.

РН7. Зрозуміло і недвозначно презентувати результати досліджень та проектів, доносити власні висновки, аргументи та пояснення державною та іноземною мовами усно і письмово колегам, здобувачам освіти та представникам інших професійних груп різного рівня.

РН9. Організувати роботу групи при виконанні завдань, комплексних проектів, наукових досліджень, розуміти роботу інших, давати чіткі інструкції.

РН10. Вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію.

РН13. Продемонструвати уміння обґрунтування та оцінювання проектів, знання методик просування їх на ринку, вміння виконувати економетричну та наукометричну оцінки.



PH14. Показати знання основ організації та керування персоналом. ПР006. Виявляти навички пошуку, збирання та аналізу інформації при аналізі сучасних робочих процесів ливарного виробництва.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредита ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи -16 год, самостійна робота –72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», «Основи інформатики», «Сучасне обладнання ливарного виробництва», «Сучасні методи формоутворення у ливарному виробництві», «Основи САПР», «Системи та засоби автоматизованого проектування в ливарному виробництві».

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях використовується проєктний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій в галузі сучасних робочих процесів для отримання нових технологічних рішень в області технології і обладнання ливарного виробництва, що забезпечують випуск заданої кількості якісних відливок. Навчальні матеріали доступні студентам через OneNote Class Notebook.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Вступ. Виникнення та розвиток системних уявлень. Науки, які займаються вивченням та дослідженням складних систем. Основні ознаки, які відрізняють складні системи. Особливості системного підходу до рішення задач складних технічних систем. Основні поняття системи.

Поява автоматизованих та роботизованих комплексів та систем ливарного обладнання як початок нового етапу розвитку технологічних систем лиття. Основні етапи. Визначення та принципи системного аналізу і його використання для рішення задач щодо керування технологічними системами на етапах їх створення та експлуатації.

Тема 1. Основи системного аналізу та синтезу.

Загальне ставлення і сучасні методи рішення задач аналізу та синтезу технічних систем. Системи, структура, елементи, підсистема, мета система, системні ефекти, функціональний та структурний зв'язок, критерії оптимального синтезу системи. Композиція та декомпозиція складних технічних систем. Ієрархічні системи та їх описання.

Розробка критеріїв ефективності та цільових функцій на основі системного підходу при рішенні оптимізаційних задач ливарного виробництва. Рівні системного аналізу в ливарному виробництві, вилівка, технологія, спосіб виготовлення, технологічний комплекс, ливарний цех як основні технічні системи ливарного виробництва.

Тема 2. Системно-структурний метод дослідження систем.

Вибір оптимального варіанту структури складної системи. Пошук оптимального варіанту конструктивної схеми пресового формувального автомата. Аналіз стану виробничої системи. Використання системно-структурного методу для проектування автоматичних ливарних ліній (АЛЛ) на основі уніфікованих агрегатів. Методика прогнозування нових рішень в проектуванні ливарного обладнання.

Тема 3. Структурні моделі.

Теорія графів. Використання теорії графів для аналізу структури та компоновок автоматичних ливарних ліній.

Використання елементів теорії графів при дослідженні технологічного процесу виробництва виливків з чавуну з кулькоподібного графіту.

Тема 4. Моделі ливарних систем.



Двобокій характер ливарної системи. Операційно-технологічні та агрегатно-технологічні графі. Аналіз графів з допомогою матриць потрібності та відповідальності.

Умови доцільного будівництва та функціонування ливарної системи. Ливарна система, як транспортна мережа. Визначення та властивості транспортної системи.

Умови раціональної структури, доцільного функціонування, доцільного технологічного процесу, потреби в сировині, доцільна потужність агрегатів, взаємодії системи, відповідальності, найменшого перетину, безперервності функціонування системи, доцільного регулювання.

Моделювання плавильних систем та умови їх доцільної будови. Виробництво сталі та чавуну. Моделювання систем приготування сумішей.

Свіжі формувальні матеріали і напівфабрикати. Системи обробки свіжих формувальних матеріалів. Моделювання системи підготовки свіжих формувальних матеріалів. Принципи регулювання та управління системами під час їх конструювання і виготовлення. Системи приготування сумішей.

Системи підготовки виробництва. Моделювання системи виготовлення модельних комплектів. Моделювання стержневих систем і умови їх доцільної побудови.

Виготовлення виливок в умовах масового та крупносерійного виробництва. Механізація процесу виготовлення форм. Моделювання процесу виготовлення форм і умови їх доцільної побудови.

Моделювання фінішних операцій.

Сучасні ливарні цехи. Моделі ливарних цехів. Доцільна компоновка ливарних систем. Ливарні системи та АСУ.

Тема 5. Оптимізація ливарного цеху.

Аналіз ливарного цеху як складної динамічної технічної системи. Підсистеми ливарного цеху та їх взаємозв'язок. Загальносистемні ефекти та зміни під час функціонування ливарного цеху. Методика розробки динамічних моделей функціонування підсистем ливарного цеху на основі імовірно-статистичного підходу.

Методи рішення задачі календарного і оперативного планування ливарного цеху на основі методів математичного програмування. Ставлення та рішення задачі на основі лінійного програмування. Зведення задачі до канонічного виду, формування симплекс-матриці задачі, технологія використання стандартного математичного забезпечення для рішення задачі.

Задача календарного та оперативного планування ливарного цеху як оптимізаційна задача комбінаторного типу. Математичне формулювання та методи рішення задач дискретного математичного програмування. Алгоритмічні рішення задачі на основі методики дискретного програмування та його реалізація на ЕОМ.

Комп'ютерні системи керування виробництвом та технологічним процесом виготовлення виливків. Основні поняття, зміст задач та методи їх рішення у межах автоматизованих систем керування виробництвом ливарного цеху.

Автоматизована система керування технологічними процесами ливарного виробництва. Приготування формувальної суміші, виготовлення форм та стержнів, рідкого металу, формовки, фінішні операції. Склад задач структури систем, математичне та програмне забезпечення АСУ ТП ливарного виробництва.

Процес твердіння і охолодження металу у ливарній формі. Методи визначення швидкості і часу твердіння виливків.

Тема 6. Математичне описання елементів складних систем.

Вибір математичної схеми для описання елементів складних систем. Диференціальні та різницеві рівняння. Загальні динамічні системи: кінцеві автомати, ймовірні автомати, системи масового обслуговування. Марковські процеси, регеніруючі процеси, кусково-лінійні процеси. Вибір уніфікованої абстрактної схеми. Утворення загальної математичної моделі складної системи.

Використання математичних схем для описування роботи обладнання ливарного цеху.

Математичний апарат аналізу і синтезу ливарних систем. Основні поняття теорій множини та графів. Відношення, їх види, матричні та графічні методи їх представлення. Елементи і їх формальне описування. Абстрактний імовірнісний автомат як універсальна математична схема технічних підсистем динамічного типу в ливарному виробництві. Методи побудови основних характеристик імовірнісних автоматів.

Сучасні методи аналізу складних стохастичних динамічних систем. Аналітичні та численні методи, їх можливість і область використання.

Тема 7. Імітаційне моделювання складних технічних систем.



Методологія імітаційного моделювання. Переваги. Порівняння з фізичним та математичним моделюванням. Области використання імітаційного моделювання. Етапи процесу імітаційного дослідження складних систем.

Метод Монте-Карло і особливості його реалізації на обчислювальних машинах. Визначення необхідної точності чисельного моделювання складних систем. Методика реалізації чисельних експериментів на OEM з моделями складних систем.

Тема 8. Аналіз та синтез ливарної технології.

Основні поняття системного морфологічного і функціонально-коштовного підходів для аналізу функціональної та комбінаторно-структурного боку засобу виготовлення виливків. Засіб виготовлення виливків як технічно розвиваюча система.

Структурно-функціональна модель засобу виготовлення форми та моделі. Основні параметри способу: 1) матеріали або сукупність матеріалів для виготовлення форми та моделей; 2) надання конфігурації форми; 3) стабілізація форми; 4) руйнування форми після твердіння виливка; 5) утилізація відходів.

Методика систематизації наявності технічної інформатики по різних способах виготовлення виливків. Матриці технологічних можливостей, переваг та недоліків існуючих способів виготовлення виливків. Фреймові моделі подання знань та технологія виготовлення виливків.

Ставлення задач вибору оптимального засобу виготовлення виливків. Існуючі методи визначення раціонального засобу виготовлення виливків в залежності від типу виробництва, марки сплаву, вісових та габаритних характеристик, а також технічних вимог на виливок та вилиту деталь. Графічні та аналітичні методи визначення раціонального засобу виготовлення виливка.

Системний підхід до вибору оптимального способу. Формування критерію вибору оптимального способу виготовлення виливків у рамках системи: „виготовлення оснастки – виготовлення виливка – механічна обробка – експлуатація литої деталі”. Існуючі способи виготовлення оснастки для різних способів виготовлення виливка.

Комп'ютерні системи керування якістю виливків. Основні поняття про експертні системи. Знання і їх машинне уявлення. Продукційний та фреймовий підходи до формалізації технічних знань.

Концепція активних знань і промислові експерименти у технологічних системах. Фреймова модель знань про властивості формувальних сумішей для автоматичних ліній виготовлення ливарних систем.

Тема 9. Ливарні технологічні системи.

Визначення технологічної системи ливарного виробництва, яка складається з підсистем: „виливок – обладнання - підсистеми керування якістю виливків та надійності обладнання”. Загальносистемні параметри та змінні ефекти взаємодії підсистем.

Аналіз елементів ливарної технології. Поточні, конвеєрні та автоматичні лінії, транспортні системи, роботизовані комплекси обладнання як складні нелінійні стохастичні системи. Аналітичні, чисельні та програмні методи дослідження динаміки складних нелінійних стохастичних динамічних систем.

Методи функціонального, структурного та параметричного аналізу та синтезу складання систем ливарного обладнання. Розробка ієрархічної та топологічної моделей складної ливарної системи.

Синтез математичної моделі функціонування довільного елемента на основі математичного апарату імовірнісних автоматів. Ідентифікація вхідного та вихідного алфавітів, моделювання динаміки зміни внутрішнього етапу, розробка імовірних моделей перехідних та вихідних функцій вивчаємої системи.

Концепція нормативного математичного моделювання складних технічних систем. Розробка нормативних математичних моделей ливарних систем на основі апарату імовірнісних методів моделювання. Рішення практичних задач на імітаційних моделях.

Дослідження динаміки функціонування формувально-сумішеприготувальних систем ливарного цеху. Методи збирання та обробки статистичної інформації про параметри функціонування системи. Визначення емпіричних умов функції розподілу відмов системи.

Аналіз процесів відновлення в формувально-підготовчій системі. Система математичних моделей динаміки погіршення надійності системи, як нормативна база для синтезу системи відновлення формувально-сумішеприготувального обладнання.



Становлення та методи рішення задач оптимізації експлуатаційної надійності систем ливарного обладнання на основі пошуку екстремума загального критерію ефективності функціонування системи.

Теми практичних занять та лабораторних робіт

Тема 1. Моделювання систем ливарного цеху на основі апарату теорії графів.

Тема 2. Розрахунок на ПК оптимальної кількості плавильного обладнання цехів масового та крупносерійного виробництва.

Тема 3. Розробка математичної моделі ливарних технологічних систем.

Тема 4. Дослідження роботи автоматичних ліній на імітаційних моделях.

Тема 5. Структурна оптимізація процесу електромагнітної сепарації відпрацьованих формувальних сумішей та її розрахунок на ПК.

Самостійна робота

Курс передбачає підготовку розрахункового завдання за індивідуальною темою.

На підставі заданої підсистеми ливарного цеху розробити її технологічну модель (орієнтаційно-технологічний граф підсистеми ливарного цеху).

Студентам також рекомендуються додаткові матеріали для самостійного вивчення та аналізу.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Пономаренко О.І. Управління ливарними системами та процесами Монографія / О.І. Пономаренко, Т.В. Лисенка, А.Л. Становський, О.І. Шинський. – Харків: Підручник НТУ "ХПІ". – 2012. – 368 с.
2. Пеліх С.Г., Литвиненко М.М. Аналіз та синтез ливарних систем. - Х.: ХДУ. - 1994. - 172 с.
3. Пономаренко О.І. Оптимізація технологічних рішень для цехів ливарного виробництва. - Харків: НТУ "ХПІ". – 2007. –320с.
4. Пономаренко О.І. Автоматизоване проектування формувальних та стрижневих машин [текст]: навч. посіб. / О.І. Пономаренко, І.І. Гунько, С.В. Порожня, Н.С. Євтушенко. - Харків: НТУ "ХПІ", 2014. - 256 с.
5. Пеліх С.Г. Оптимізація ливарних процесів. - Київ: Вища школа. - 1979.

Додаткова література

1. Голофаєв А.М. Проектування ливарної технології./ А.М. Голофаєв, Ю.В. Криволапчук. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. Даля, 2004. – 296 с.

Система оцінювання



Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді іспита (40%), та оцінювання розрахункового завдання (20%), поточного оцінювання (40%).

Іспит: письмове завдання (3 запитання з теорії) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: 2 модульні контрольні та розрахункове завдання (по 20%).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

22.08.2023

Завідувач кафедри
Олег АКІМОВ

Дата погодження, підпис

22.08.2023

Гарант ОП
Геннадій ХАВІН

Дата погодження, підпис

