

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УХВАЛЕНО:

Вченою радою університету

« ___ » _____ 2017 р.

Протокол № ____

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Голова вченої ради, ректор

_____ О.М. Коробочка

« ___ » _____ 2017 р.

**«МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ТА ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ»**

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

*освітньо-наукової програми
третього рівня вищої освіти
(підготовка докторів філософії
зі спеціальності 136 “Металургія”)*

м. Кам’янське

2017

Розроблено та внесено:

Дніпровським державним технічним університетом

Розробник програми:

к.т.н., доцент Пантейков Сергій Петрович

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри «Металургія чорних металів»

Протокол від “ 05 ” 06 2017 року № 11 .

Завідувач кафедри _____ д.т.н., професор Сігарьов Є.М.

“ 05 ” 06 2017 року

Ухвалено науково-методичною комісією металургійного факультету

Протокол від “ _____ ” _____ 2017 року № _____

Голова НМК металургійного ф-ту _____ д.т.н., професор Перемітько В.В.

Ухвалено науково-методичною радою

Дніпровського державного технічного університету

“ _____ ” _____ 2017 року, протокол № _____

Голова НМР ДДТУ _____ д.т.н., професор Гуляєв В.М.

ВСТУП

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки докторів філософії спеціальності 136 «Металургія».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є основні методи математичного і фізичного моделювання, планування фізичного та чисельного експерименту, регресійного аналізу; вирішення практичних задач з моделювання технологічних та фізичних математичних процесів.

Міждисциплінарні зв'язки. При вивченні дисципліни використовуються знання та вміння, що були отримані раніше – при вивченні дисциплін для підготовки бакалаврів, спеціалістів та магістрів: "Теорія металургійних процесів", "Металургія чавуну", "Металургія сталі", "Теорія і технологія процесів підготовки сировини до плавки", "Теорія і технологія доменної плавки", "Технологія сталеплавильних процесів" (розділи "Конвертерне виробництво", "Електрометалургія сталі та феросплавів"), "ІТ-технології", "Комп'ютерне забезпечення металургійних процесів" та інші.

Програма навчальної дисципліни складається з двох модулів, кожний з яких має по два змістові модулі, а саме:

МОДУЛЬ 1. Основи теорії моделювання.

Змістовий модуль 1. Вступ. Моделі. Моделювання. Фізичне моделювання.

Змістовий модуль 2. Математичне моделювання. Алгоритм побудови моделі.

МОДУЛЬ 2. Побудова емпіричних регресійних моделей.

Змістовий модуль 3. Планування і проведення експерименту. Регресійні моделі з однією вхідною змінною.

Змістовий модуль 4. Регресійні моделі з декількома вхідними змінними. Інтерпретація і оптимізація регресійних моделей.

1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Метою викладення навчальної дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» є отримання аспірантами знань про сучасні методи моделювання технологічних та фізичних металургійних процесів.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» є формування теоретичних знань та набуття практичних навичок щодо проведення моделювання технологічних та фізичних металургійних процесів, у тому числі із широким застосуванням обчислювальної техніки.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-наукової програми вищої освіти аспіранти мають здобути компетентності:

- здатність шляхом самостійного навчання освоїти нові області у теорії та практики металургії, використовуючи здобуті фундаментальні та фахові знання;

- здатність освоїти професійно-профільовані знання в галузі фізичного та математичного моделювання фізико-хімічних, гідродинамічних та тепломасообмінних процесів у металургії, статистичної обробки експериментальних даних та побудови фізичних, математичних та регресійних моделей зазначених процесів;

- здатність продемонструвати знання і практичні навички при моделюванні різноманітних технологічних і фізичних металургійних процесів;

- здатність освоїти професійно-профільовані знання й практичні навички для визначення критеріїв подібності для моделювання металургійних процесів, їх математичного опису з метою побудови фізичних, математичних та регресійних моделей;

знати основні методи математичного і фізичного моделювання, планування фізичного та чисельного експерименту, регресійного аналізу;

вміти застосовувати різні методи на практиці при постановці і самостійному вирішенню практичних задач з моделювання технологічних та фізичних математичних процесів;

мати навички для творчого вирішування наукових та технічних задач: при постановці фізичного та чисельного експерименту, вибору методу рішення, побудови критеріальних залежностей при фізичному моделюванні процесів, складення алгоритмів обчислення, а також написання та відладки програм обчислення на алгоритмічній мові програмування високого рівня.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 210 годин/7 кредитів ECTS.

2 ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МОДУЛЬ 1

ОСНОВИ ТЕОРІЇ МОДЕЛЮВАННЯ

Змістовий модуль 1. ВСТУП. МОДЕЛІ. МОДЕЛЮВАННЯ. ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.

Тема 1. *Вступ. Моделі. Моделювання [1-3, 4, 7, 8] – 4 год*

Основні поняття та визначення. Цілі і принципи моделювання. Аксиоми теорії моделювання. Види моделей та моделювання. Функції моделей. Фактори, що впливають на модель об'єкту.

Тема 2. *Фізичне моделювання [1, 2, 6-13] – 6 год*

Подібність систем. Фізична подібність. Аналогія при моделюванні. Моделювання як засіб експериментального дослідження. Поняття фізичного моделювання. Етапи фізичного моделювання.

Практичні заняття – 1.

Лабораторні заняття – 1.

Змістовий модуль 2. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ. АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ МОДЕЛІ.

Тема 3. Математичне моделювання [3-5, 8, 14-17] – 8 год

Основні поняття і визначення. Вимоги до математичної моделі. Структура математичної моделі. Класифікація математичних моделей. Цілі математичного моделювання для технічних об'єктів і технологічних процесів.

Практичні заняття – 2-4

Лабораторні заняття – 2-4.

Тема 4. Алгоритм побудови моделі [3-5, 8, 14-17] – 4 год

Технології моделювання. Алгоритм побудови аналітичної моделі. Алгоритм побудови емпіричної моделі. Коротка характеристика основних етапів алгоритмів побудови аналітичних і емпіричних моделей.

Практичні заняття – 5.

Лабораторні заняття – 5.

МОДУЛЬ 2

ПОБУДОВА ЕМПІРИЧНИХ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ

Змістовий модуль 3. ПЛАНУВАННЯ І ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ. РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ З ОДНІЄЮ ВХІДНОЮ ЗМІННОЮ.

Тема 5. Планування і проведення експерименту [5] – 2 год

Основні поняття і визначення. Планування експерименту. Вибір рівнів факторів. Повний факторний експеримент. Проведення експерименту.

Тема 6. Регресійні моделі з однією вхідною змінною [4, 5] – 4 год

Основні поняття. Адекватність регресійних моделей. Точність регресійних моделей. Види регресійних моделей з однієї вхідної змінної.

Практичні заняття – 6.

Лабораторні заняття – 6.

Змістовий модуль 4. РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ З ДЕКІЛЬКОМА ВХІДНИМИ ЗМІННИМИ. ІНТЕРПРЕТАЦІЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ

Тема 7. *Регресійні моделі з декількома вхідними змінними [4, 5, 18, 19] – 2 год*

Багатофакторна (множинна) лінійна регресія. Матричний підхід до визначення коефіцієнтів регресії. Оцінка адекватності та точності багатофакторної лінійної моделі. Лінійні регресійні моделі з декількома вхідними змінними. Нелінійні регресійні моделі з декількома вхідними змінними. Крокові методи побудови регресійних моделей.

Тема 8. *Інтерпретація і оптимізація регресійних моделей [4, 5] – 4 год*

Інтерпретація моделі. Оптимізація моделі.

З РЕКОМЕНДОВАНИЙ ПЕРЕЛІК ПРАКТИЧНИХ, ЛАБОРАТОРНИХ АБО СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

Конкретний склад практичних завдань і лабораторних робіт визначається робочою програмою навчальної дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» Тут наводиться лише орієнтовний перелік практичних занять і лабораторних робіт, що впроваджені і опробовані у вищих навчальних закладах для окремих освітніх галузей.

Рекомендуються такі теми практичних занять:

1. Знаходження критеріїв подібності процесів із застосування теорії подібності і розмірностей.

2. Математичне моделювання на ЕОМ процесу нагрівання стрижня.
3. Математичне моделювання на ЕОМ процесу охолодження зливка квадратного перерізу.
4. Математичне моделювання на ЕОМ процесу твердіння зливка квадратного перерізу.
5. Розробка алгоритму процесу плавлення тіла правильної геометричної форми.
6. Лінійна регресія. Метод найменших квадратів. Вибірковий коефіцієнт кореляції. Перевірка значущості коефіцієнтів рівняння регресії та його адекватності.

Рекомендуються такі теми лабораторних робіт:

1. Знаходження критеріїв подібності для фізичного моделювання технологічного процесу із застосування теорії подібності і розмірностей.
2. Побудова на ПЕОМ математичної моделі процесу нагрівання двошарового стрижня.
3. Побудова на ПЕОМ математичної моделі процесу охолодження зливка прямокутного перерізу.
4. Побудова на ПЕОМ математичної моделі процесу твердіння зливка прямокутного перерізу.
5. Побудова на ПЕОМ математичної моделі процесу плавлення тіла правильної геометричної форми за розробленим алгоритмом.
6. Побудова на ПЕОМ регресійної моделі з однією вхідною змінною.

Семінарські заняття навчальним планом не передбачені.

4 САМОСТІЙНА РОБОТА АСПІРАНТІВ

Вимоги до організації самостійної роботи аспірантів та структура навчальних завдань визначаються робочими навчальними програмами дисципліни.

Основними завданнями самостійної роботи аспірантів є підготовка і виконання поточних навчальних практичних завдань, а також самостійне вивчення окремих розділів дисципліни під керівництвом викладача.

5 ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ»

Оцінка якості засвоєння навчальної дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» включає поточний контроль успішності, модульний контроль, складання підсумкового заліку (1 семестр) та підсумкового іспиту (2 семестр).

Для модульного контролю засвоєння аспірантами навчального матеріалу, що вивчається під час аудиторних занять і самостійної роботи, передбачено проведення модульних робіт, порядок проведення та зміст яких наводиться в робочих навчальних програмах з урахуванням наявних засобів діагностики.

Для атестації аспірантів на відповідність їхніх знань вимогам, викладеним в цій навчальній програмі, в робочій навчальній програмі дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» створюються фонди засобів педагогічної діагностики, які включають типові завдання, модульні контрольні роботи, тести тощо. Вони повинні забезпечувати об'єктивну оцінку знань, умінь та рівні набутих компетенцій.

6 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» освітньо-наукової програми третього рівня вищої освіти (підготовка докторів філософії зі спеціальності 136 “Металургія”) / Пантейков С.П.- Кам’янське: ДДТУ, 2017.- 52 с.
2. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» (розділи – фізичне і математичне моделювання) освітньо-наукової програми третього рівня вищої освіти (підготовка докторів філософії зі спеціальності 136 “Металургія”) / Пантейков С.П.- Кам’янське: ДДТУ, 2017.- 42 с.
3. Регресійна модель з однією вхідною змінною для статистичної обробки даних на ПЕОМ. Методичні вказівки до практичної роботи з дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» (розділ – регресійні моделі з однією вхідною змінною) освітньо-наукової програми вищої освіти (підготовка докторів філософії) зі спеціальності 136 “Металургія”) / Пантейков С.П.- Кам’янське, ДДТУ, 2017.- 23 с.
4. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» (розділ – “Фізичне моделювання”) освітньо-наукової програми третього рівня вищої освіти (підготовка докторів філософії зі спеціальності 136 “Металургія”) / Пантейков С.П.- Кам’янське: ДДТУ, 2017.- 8 с.
5. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» (розділи – “Математичні і регресійні моделі”) освітньо-наукової програми третього рівня вищої освіти (підготовка докторів філософії зі спеціальності 136 “Металургія”) / Пантейков С.П.- Кам’янське: ДДТУ, 2017.- 40 с.
6. Методичні вказівки по самостійному вивченню дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» освітньо-наукової програми третього рівня вищої освіти (підготовка докторів філософії зі спеціальності 136 “Металургія”) / Пантейков С.П.- Кам’янське: ДДТУ, 2017.- 16 с.

7 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

ОСНОВНА

1. Марков Б.Л., Кирсанов А. А. Физическое моделирование в металлургии.- М.:Металлургия, 1984 - 119 с.
2. Теория подобия и размерностей. Моделирование / П.М.Алабужев, В.Б.Геронимус, Л.М.Минкевич, Б.А.Шеховцов.- М.: Высшая школа, 1968.- 208 с.
3. Огурцов А.П., Мамаев Л.М., Каримов И.К. Математические методы и модели в расчётах на ЭВМ.- Киев: ИСМО, 1997.- 192 с.
4. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул.- М.: Высшая школа,1982.- 224 с.
5. Белай Г.Е., Дембовский.В.В., Соценко О.В. Организация металлургического эксперимента.- М: Металлургия, 1993.- 256 с.

ДОДАТКОВА

6. Гречко А. В., Нестеренко Р.Д., Кудинов Ю.А. Практика физического моделирования на металлургическом заводе.- М.: Металлургия, 1976 - 224 с.
7. Основы научных исследований в чёрной металлургии / В.И.Баптизманский, Г.А.Воловик, Б.И.Емлин и др. // Под общ. ред. Ю.Н.Яковлева.- Киев-Донецк.Вища школа, 1985 – 205 с.
8. Яковлев Ю.Н. Физическое и математическое моделирование сталеплавильных процессов // Вопросы теории и практики сталеплавильного производства: Науч. тр. ММИ.- М.: Металлургия, 1991.- С.32-44.
9. Пантейков С.П., Семерунина Л.П. О высокотемпературном моделировании комбинированных конвертерных процессов с продувкой ванны кислородом сверху и подачей нейтральных газов для донного перемешивания // Сборник научных статей. Международная научно-практическая конференция “Техника и технология. Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты” (г.Гданськ, Польша, 30-31 мая 2017г.).- Варшава: Издательство: «Diamond trading tour», 2017.– С.25-29.
10. Пантейков С.П. Условия гидрогазодинамического подобия при высокотемпературном моделировании конвертерных процессов с донной подачей кислородного дутья // Сборник научных статей. Международная научно-практическая конференция “Научные разработки. Теория. Практика. 2017” (г.Краков, Польша, 30-31 августа 2017г.).– Варшава: Издательство: «Diamond trading tour», 2017.– С.51-55.

11. Пантейков С.П. О методике холодного моделирования гидродинамики конвертерной ванны при верхней продувке // Известия вузов. Чёрная металлургия.- 2001.- № 3.- С. 14-18.
12. Пантейков С.П. Методика холодного моделирования гидродинамики конвертерной ванны при верхне-боковой продувке // Збірник наукових праць ДДТУ: (технічні науки) /Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2003.- С. 17-27.
13. Пантейков С.П., Пантейкова Е.С. К вопросу газогидродинамического подобия низкотемпературного моделирования процессов ошлаковывания футеровки конвертера верхней фурмой // Сборник научных статей. Международная научно-практическая конференция “Техника и технология. Современные фундаментальные и прикладные исследования” (г.Сопот, Польша, 29-30 апреля 2017г.).– Варшава: Издательство: «Diamond trading tour», 2017.– С.32-36.
14. Гресс А.В., Пантейков С.П., Чернятевич А.Г. Численные исследования предварительного подогрева лома в полости конвертера газокислородными факелами боковых фурм многоцелевого назначения // Известия вузов. Чёрная металлургия.- 1998.- № 12.- С.11-15.
15. Пантейков С.П. Математическое моделирование процесса плавления металлического лома в конвертерной ванне при верхней и верхне-боковой продувках // Сборник научных трудов ДГТУ: Сер. Металлургия.- Днепродзержинск, 1998.- С. 5-11.
16. Пантейков С.П. Математическая модель тепловых условий работы боковых дутьевых устройств конвертеров комбинированного дутья // Металлургическая и горнорудная промышленность.- 2010.- № 7 (265).- С. 66-74
17. Пантейков С.П., Пантейкова Е.С. Математическая модель теплового состояния днища кислородного конвертера с учётом слоя защитного шлакового покрытия // «Современная металлургия нового тысячелетия»: Сб. науч. тр. XI Международной научно-практической конференции (8-11 декабря 2015г., г.Липецк, Россия).– Часть 1. – Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2015.– С.89-92.
18. Пантейков С.П., Трикило А.И., Тохтомир А.Ю. Статистический анализ влияния технологических факторов плавки на технико-экономические показатели процесса конвертирования // Азовсталь-2000: Тезисы докладов научно-технической конференции молодых специалистов.- Мариуполь, 2000.- С. 10.
19. Пантейков С.П., Трикило А.И., Разработка статистических моделей для определения химического состава передельного чугуна // Комп’ютерне моделювання: Тези доповідей Міждержавної конференції.- Дніпродзержинськ, 2000.- С. 243, 244.