



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

# Методи обробки наукового експерименту

Шифр та назва спеціальності

136 – Металургія

Освітня програма

136 – Металургія

Рівень освіти

Доктор філософії з металургії

Семестр

3

Інститут

ННІ Механічної інженерії та транспорту

Кафедра

Ливарного виробництва (142)

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова).

Мова викладання

Українська, англійська

## Викладачі, розробники



**Дьомін Дмитро Олександрович**

[Dmytro.Domin@khpi.edu.ua](mailto:Dmytro.Domin@khpi.edu.ua)

Досвід роботи – 27 років. Автор понад 200 наукових та навчально-методичних праць. Курси: «Адаптивні і оптимальні системи автоматичного керування», «Методи обробки наукового експерименту», «Основи наукових досліджень та організація НДР у ливарному виробництві».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Курс лекцій містить розширені відомості про методи обробки експериментальних даних, зокрема в прикладному аспекті для задач ливарного виробництва. Наведено відомості про статистичну перевірку гіпотез, метод найменших квадратів, планування активного експерименту, планування пасивного експерименту, методи експериментальної оптимізації, параметричні методи розпізнавання образів, методи графо-аналітичного опису технологічних режимів ливарного виробництва.

### Мета та цілі дисципліни

**Мета курсу:** Виробити у аспіранта здатність застосовувати знання і розуміння принципів обробки експериментальних даних для виявлення закономірностей, що сприятимуть отриманню нових уявлень про процесів ливарного виробництва, зокрема найбільш невизначених металургічних процесів; здатність до науково-методичного обґрунтування, розробки та впровадження нових технологічних рішень, що можуть бути

побудовані на основі виявлення закономірностей процесів на основі обробки експериментальних даних, зокрема отриманих в промисловому експерименті.

В результаті вивчення курсу аспірант повинен знати:

основні положення математичної статистики; уміти перевіряти статистичні гіпотези, розраховувати параметри розподілу випадкових величин, що описують технологічні процеси, будувати плани активного експерименту; обробляти дані пасивного експерименту; будувати математичні моделі досліджуваних процесів у вигляді рівнянь регресії; знаходити оптимальні технологічні рішення з використанням методів експериментальної оптимізації. Демонструвати знання теоретичних основ теорії ймовірності та математичної статистики; математичного моделювання, що базується на методах активного та пасивного експерименту. Розраховувати оптимальні технологічні режими по окремих технологічних процесах виготовлення виливків; демонструвати знання методики обробки та аналізу рівнянь регресії; вирішувати задачі параметричної класифікації для керування процесами ливарного виробництва за критеріями якості продукції ливарного виробництва.

### Формат занять

Лекції, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

### Компетентності

ЗК02 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК04. Здатність розв'язувати комплексні проблеми металургії на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності

ЗК05. Здатність до особистісного і професійного розвитку.

ЗК06. Здатність генерувати нові ідеї (креативність)

СК01. Здатність ініціювати та реалізовувати інноваційні комплексні проекти в металургії, пов'язані з проведенням промислових експериментів та подальшою оптимізацією технологічних процесів за актуальними критеріями оптимізації.

СК02. Здатність планувати і виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання по сучасним методам отримання та обробки даних у ливарному виробництві.

СК04. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері металургії по методам обробки експериментальних даних, в тому числі за умов невизначеностей, притаманних ливарного виробництва.

СК05. Здатність застосовувати сучасні методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень, методи планування експериментів для процесів ливарного виробництва.

СК08. Здатність контролювати якість продукції, яка виготовляється в ливарних цехах, та розробляти заходи цілеспрямованого керування технологічними процесам ливарного виробництва за обраними критеріями оптимізації.

### Результати навчання

РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання по методам обробки експериментальних даних у ливарному виробництві, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень.

РН02. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми отримання важливої технологічної інформації у ливарному виробництві державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях в провідних наукових виданнях.



РН03. Використовувати необхідні для обґрунтування висновків докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні емпіричні дані.

РН05. Планувати і виконувати експериментальні дослідження з металургії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних методик, аналізувати результати експериментів у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РН06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації по окремих технологічних процесах ливарного виробництва.

РН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми металургії з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, екологічних та правових аспектів.

РН09. Використовувати необхідні для обґрунтування висновків докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні емпіричні дані з діючих виробничих процесів в ливарних цехах.

РН12. Демонструвати знання вимог до публікацій результатів досліджень, переліків головних фахових наукових видань за спеціальністю, особливостей публікації в електронних виданнях та виданнях, що входять до провідних наукометричних баз (Scopus, Google Scholar Citation та ін. ).

### **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредита ECTS): лекції – 40 год., самостійна робота –80 год.

### **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Вища математика», «Ресурсозберігаючі технології ливарного виробництва», «Сплави та плавка», «Обладнання ливарного виробництва».

### **Особливості дисципліни, методи та технології навчання**

Лекції проводяться дистанційно з використанням інфо-комунікаційних засобів. На заняттях використовується проєктний підхід до навчання, ігрові методи з моделюванням різних ситуацій. Навчальні матеріали доступні аспірантам через OneNote Class Notebook.

### **Програма навчальної дисципліни**

#### **Теми лекційних занять**

Вступ. Значення та задачі дисципліни. Література.

#### **Тема 1. Характеристики ливарних процесів.**

Типові процеси ливарного виробництва. Випадкові величини. Вибіркові функції. Розподіл випадкових величин. Приклади для різних технологічних процесів ливарного виробництва.

#### **Тема 2. Статистична перевірка гіпотез.**

Типові статистичні гіпотези. Приклади перевірки гіпотез для різних технологічних процесів ливарного виробництва

#### **Тема 3. Процедури методу найменших квадратів.**



Основні поняття методу найменших квадратів. Типові етапи обробки даних методом найменших квадратів

#### Тема 4. Метод найменших квадратів для побудови лінійних моделей.

Принципи розрахунку коефіцієнтів лінійних регресійних рівнянь. Статистичний аналіз точності лінійних рівнянь регресії. Перевірка адекватності лінійних рівнянь регресії.

#### Тема 5. Метод найменших квадратів для побудови нелінійних моделей.

Принципи розрахунку коефіцієнтів нелінійних регресійних рівнянь. Статистичний аналіз точності нелінійних рівнянь регресії. Перевірка адекватності нелінійних рівнянь регресії.

#### Тема 6. Планування активного експерименту.

Плани повного та дробового експериментів. Розрахунки коефіцієнтів рівнянь регресії за даними активного експерименту

#### Тема 7. Планування пасивного експерименту.

Плани пасивного експерименту. Розрахунки коефіцієнтів рівнянь регресії за даними пасивного експерименту

#### Тема №8. Штучна ортогоналізація.

Принципи штучної ортогоналізації. Розрахунки коефіцієнтів рівнянь регресії за використання методів штучної ортогоналізації

#### Тема №9. Обробка даних при реалізації ротатабельних планів експерименту

Ротатабельні плани експерименту. Розрахунки коефіцієнтів рівнянь регресії за використання ротатабельних планів.

#### Тема №10. D-оптимальні плани

Принципи побудови D-оптимальних планів при дослідження процесів ливарного виробництва. Побудова рівнянь регресії на основі побудови D-оптимальних планів.

#### Тема №11. Методи експериментальної оптимізації

Метод крутого сходження. Канонічне перетворення поверхні відгуку. Гребеневий аналіз

#### Тема №12. Параметричні методи класифікації

Принципи параметричної класифікації. Побудова дискримінантної функції. Побудова вирішувального правила

#### Самостійна робота

Курс передбачає підготовку наукової статті за індивідуальною темою в рамках тематики дисертації. Аспіранту також рекомендуються додаткові матеріали для самостійного вивчення та аналізу.

## Література та навчальні матеріали

### Основна література

1. Demin, D. (2019). Development of «whole» evaluation algorithm of the control quality of «cupola – mixer» melting duplex process. Technology Audit and Production Reserves, 3 (1 (47)), 4–24. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2019.174449>
2. Demin, D. (2017). Synthesis of optimal control of technological processes based on a multialternative parametric description of the final state. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (4 (87)), 51–63. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.105294>



3. Demin, D. (2013). Adaptive modeling in problems of optimal control search termovremennoy cast iron. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (4 (66)), 31–37. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2013.19453>
4. Domin, D. (2013). Artificial orthogonalization in searching of optimal control of technological processes under uncertainty conditions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (9 (65)), 45–53. Available at: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/18452/16199>
5. Aouati, M. (2016). Localization of vectors-patterns in the problems of parametric classification with the purpose of increasing its accuracy. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (4 (82)), 10–20. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.76171>
6. Aouati, M. (2017). Parametric identification in the problem of determining the quality of dusulfuration and dephosphoration processes of Fe-C alloy. Technology Audit and Production Reserves, 2 (1 (34)), 9–15. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2017.99130>
7. Aouati, M. (2017). Selection of state variables and algorithms of parametric identification of the object by its kinematic characteristics. ScienceRise, 4 (2), 37–41. doi: <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2017.99049>
8. Aouati, M. (2017). Improvement of accuracy of parametric classification in the space of  $n \times 2$  factors-attributes on the basis of preliminary obtained linear discriminant function. EUREKA: Physics and Engineering, 3, 55–68. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2017.00362>
9. Aouati, M. (2018). Improving the accuracy of classifying rules for controlling the processes of deculfuration and dephosphorization of Fe-C melt. Technology Audit and Production Reserves, 2 (3 (46)), 10–18. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2019.169696>
10. Demin, D. (2020). Constructing the parametric failure function of the temperature control system of induction crucible furnaces. EUREKA: Physics and Engineering, 6, 19–32. doi: <http://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001489>

## Додаткова література

1. Chibichik, O., Sil'chenko, K., Zemliachenko, D., Korchaka, I., Makarenko, D. (2017). Investigation of the response surface describing the mathematical model of the effects of the Al/Mg rate and temperature on the Al-Mg alloy castability. ScienceRise, 5 (2), 42–45. doi: <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2017.101923>
2. Makarenko, D. (2017). Investigation of the response surfaces describing the mathematical model of the influence of temperature and BeO content in the composite materials on the yield and ultimate strength. Technology Audit and Production Reserves, 3 (3 (35)), 13–17. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2017.104895>
3. Frolova, L., Barsuk, A., Nikolaiev, D. (2022). Revealing the significance of the influence of vanadium on the mechanical properties of cast iron for castings for machine-building purpose. Technology Audit and Production Reserves, 4 (1 (66)), 6–10. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.263428>
4. Frolova, L. V. (2011). Identification provision of energy saving on the basis of audit process moulding machines shaking. Technology Audit and Production Reserves, 2 (2 (2)), 8–13. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2011.4859>
5. Frolova, L. V. (2012). Choice of ways to improve design elements of machines moulding shaking. Technology Audit and Production Reserves, 1 (1 (3)), 30–34. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2012.4873>

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (60%) та реферату (40%).

Екзамен: письмове завдання (2 запитання з

### 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    |



теорії) та усна доповідь.

|       |                                                  |    |
|-------|--------------------------------------------------|----|
| 35–59 | Незадовільно<br>(потрібне додаткове<br>вивчення) | FX |
| 1–34  | Незадовільно<br>(потрібне повторне<br>вивчення)  | F  |

## Норми академічної етики і політика курсу

Аспірант 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

27.06.2023



**Завідувач кафедри**  
Олег АКИМОВ



**Гарант ОП**  
Олег АКИМОВ

