



СТАТИСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітньо-професійна програма	<i>Технологічні системи інженерії з'єднань та поверхонь</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>90 годин / 3 кредити ЄКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Рейтингова система оцінювання, залік</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., професор Фомічов Сергій Костянтинівич, sergiy.fomichov@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>Лекції з дисципліни висилаються кожному студенту по електронній пошті. Контрольні примірники передаються методисту кафедри для збереження в електронній бібліотеці кафедри.</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Мета дисципліни - формування у студентів здатності використання сучасного міжнародного досвіду управління виробничими та управлінськими процесами і забезпечення факторної основи прийняття рішень.

Предмет дисципліни – виробничі процеси зварювання та інженерії поверхні, управлінські процеси, сучасні статистичні методи і системи вимірювань, моніторингу і аналізування відповідно до міжнародних стандартів.

Відповідно до **Освітньо-професійної програми** студенти після засвоєння дисципліни мають продемонструвати такі **результати навчання**.

Компетентності (відповідно до ЗК-5, ЗК-7, ЗК-11, ФК-5, ФК-11 Освітньо-професійної програми):

- 1) Здатність вести дослідницьку діяльність, включаючи аналізування проблем, постановку цілей і завдань спрямованих на попередження їх виникнення.
- 2) Здатність вирішувати проблеми в професійній діяльності на основі аналізування баз даних.
- 3) Здатність використовувати знання міжнародних стандартів задля здійснення виробничої діяльності у міжнародному середовищі
- 4) Здатність використовувати знання в галузі зварювання та статистичних методів для оптимізації параметрів технологічних процесів.

5) Здатність використовувати вимоги міжнародних стандартів і сучасних методів статистичного аналізування для вирішення технічних задач зі зварювання.

Знання:

- нормативної документації та діючих стандартів зі статистичних методів і систем управління;
- процедур вибору вимірюваних величин задля статистичного аналізу;
- основних понять описової статистики;
- методів статистичного аналізу;
- структури та принципів функціонування системи статистичного управління процесами;
- вимог міжнародних та національних стандартів з статистичних методів і систем статистичного управління процесами.

Уміння:

- на базі знань процесів зварювання і інженерії поверхні з урахуванням мети і завдань досліджень обирати вимірювані величини задля статистичного аналізу;
- на базі знань процесів зварювання і інженерії поверхні з урахуванням мети і завдань досліджень обирати методи статистичного аналізу;
- на базі знань методів статистичного аналізу і структури та принципів функціонування системи статистичного управління процесами (SPC) розробляти елементи SPC.

Навички:

- на основі аналізування параметрів процесів з використанням обраних методів статистичного аналізу розробляти методик вимірювань;
- на основі знань методів статистичного аналізу і результатів вимірювань параметрів процесів виявляти причини проблем;
- на основі знань вимог міжнародних та національних стандартів готувати і оформлювати звіти зі статистичного управління процесами, включаючи пропозиції з поліпшення процесів.

Досвід:

- розробки методик вимірювань;
- обробки результатів вимірювань;
- підготовки та оформлювання звітів з вимірювань у відповідності до вимог стандартів та кращої міжнародної практики.

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

Для успішного засвоєння дисципліни «СТАТИСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ» студент повинен мати базові знання з дисциплін:

- Математика.
- Інформатика.
- Метрологія, стандартизація і сертифікація.
- Економіка та організація виробництва.
- Іноземна мова.
- Навчальні дисципліни із основ програмування.
- Навчальні дисципліни із контролю якості зварювання.
- Іноземна мова професійного спрямування.

На результатах навчання з дисципліни «СТАТИСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ» базуються:

- Навчальні дисципліни з автоматичного керування зварюванням.
- Навчальні дисципліни з процесів зварювання.
- Виконання атестаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «СТАТИСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ» складається з чотирьох модулів:

1 ВИБІР ВИМІРЮВАНИХ ВЕЛИЧИН

- 1.1 Ранжирування проблем
- 1.2 QFD-аналіз
- 1.3 Підготовка і збирання даних
- 1.4 Підготовка даних для аналізу

2 ОПИСОВА СТАТИСТИКА

- 2.1 Статистичні данні як випадкові величини
- 2.2 Оцінка рівня
- 2.3 Оцінка розкиду
- 2.4 Розподіл випадкової величини
 - 2.4.1 Дискретні розподіли ймовірностей
 - 2.4.2 Геометричний розподіл
 - 2.4.3 Біноміальний розподіл
 - 2.4.4 Розподіл Пуассона
 - 2.4.5 Рівномірний розподіл
 - 2.4.6 Нормальний розподіл
 - 2.4.7 Розподіл Вейбулла
 - 2.4.8 t-розподіл Стьюдента
 - 2.4.9 χ^2 -розподіл

3 СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ

- 3.1 Оцінка вірогідності даних
- 3.2 Аналіз вірогідності даних за допомогою гістограм
- 3.3 Перевірка гіпотез
- 3.4 Довірчий інтервал
- 3.5 Підбір розподілу ймовірностей
- 3.6 Статистичний аналіз зв'язку випадкових величин
- 3.7 Діаграма розсіювання
- 3.8 Кореляційний аналіз
- 3.9 Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена
- 3.10 Порівняння вибірок
- 3.11 Порівняння дисперсії
- 3.12 Порівняння середніх значень незалежних вибірок
- 3.13 Порівняння середніх значень залежних вибірок
- 3.14 Статистичні контрольні карти
- 3.15 Індекс можливості процесу
- 3.16 Визначення допусків технологічних процесів
- 3.17 Діаграма Парето
- 3.18 Регресійний аналіз

4 СИСТЕМА СТАТИСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ

4.1 Мета системи статистично управління процесами

4.2 Модель системи статистичного управління процесами

4.3 Аналіз і підтримка керівництвом в SPC

4.4 Управління персоналом у системі статистичного управління процесами

4.5 Мотивація персоналу в системі статистичного управління процесами

4.6 Етапи статистичного управління процесами

4.6.1 Планування статистичного управління процесами

4.6.2 Система моніторингу виходів процесів

4.6.3 Організація роботи груп удосконалення

4.7 Аналіз і поліпшення системи статистичного управління процесами

4.8 Вимоги до моніторингу, вимірювань, аналізу та оцінювання в міжнародному стандарті ISO 9001:2015

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

- 1) Фомічов С.К., Скачков І.О., Лисак В.В., Гаєвський О.А., Банін А.В. Стандартні системи управління. Аналіз і оцінювання.- К.: KIM, 2018, 154 с. – ISBN 978-617-628-032-3.
Навчальний посібник можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Слід читати повністю.
- 2) Fomichov S., Banin A., Skachkov I., Lysak V., Gaievskiy O., Yudina N. Standart Management System. Quality Management.- К.: KIM, 2019, 257 с.- ISBN . (англ.).
Підручник можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Слід ознайомитись.

Додаткова література:

- 1) ISO/TR 11462:2020 Guidelines for implementation of statistical process control (SPC). - <https://www.iso.org/standards.html>.
- 2) ДСТУ ISO 10012:2005 Системи керування вимірюваннями. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання. - <https://www.iso.org/standards.html>.
- 3) ISO 31000:2018 Risk management — Guidelines. - <https://www.iso.org/standards.html>.
- 4) ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю. Вимоги.
Стандарт можна знайти в інтернеті. Слід роздрукувати і мати при собі на лекціях для роботи.
- 5) ДСТУ ISO 9000:2015 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів.
- 6) ДСТУ ISO 9004-2001 Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності.
- 7) ДСТУ ISO/TR 10013:2003 Настанови щодо розроблення документації системи управління якістю.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

1-й тиждень

Лекція 1 Вибір вимірюваних величин.

Діаграма Ісікави. Узгодження формулювання розв'язуваної проблеми. Визначення основних компонентів (головних «ребер») діаграми. Аналізі отриманої діаграми. Ранжирування проблем. QFD-аналіз.

1-й тиждень

Лекція 2 Підготовка і збирання даних

Шкали вимірювань. Що вимірювати. Як ЧАСТО вимірювати. ЧИМ і ЯК вимірювати.
Контрольний листок. Підготовка даних для аналізування.

2-й тиждень

Лекція 3 Описова статистика

Статистичні данні як випадкові величини. Елементарні поняття теорії ймовірностей.
Визначення ймовірності подій. Характеристики випадкових величин.

3-й тиждень

Лекція 4 Оцінювання рівня та розкиду.

Оцінювання рівня. Оцінювання розкиду. Розмах. Дисперсія випадкової величини. Коефіцієнт варіації.

3-й тиждень

Лекція 5 Дискретні і геометричний розподіли випадкової величини

Функція розподілу випадкової величини. Квантиль. Щільність розподілу випадкової величини.
Дискретні розподіли ймовірностей. Геометричний розподіл

4-й тиждень

Лекція 6 Біноміальний розподіл випадкової величини і розподіл Пуассона

Біноміальний розподіл випадкової величини. Визначення. Розрахунки. Приклади застосування.
Розподіл Пуассона. Визначення. Розрахунки. Приклади застосування.

5-й тиждень

Лекція 7 Рівномірний і нормальний розподіл випадкової величини

Рівномірний розподіл. Визначення. Розрахунки. Приклади застосування. Нормальний розподіл Гауса. Стандартний нормальний розподіл. Визначення. Розрахунки. Приклади застосування.

5-й тиждень

Лекція 8 Розподіл Вейбулла випадкової величини.

Визначення. Розрахунки. Приклади застосування.

6-й тиждень

Лекція 9 t-розподіл Стьюдента випадкової величини

Визначення. Розрахунки. Приклади застосування.

7-й тиждень

Лекція 10 χ^2 -розподіл випадкової величини

Визначення. Розрахунки. Приклади застосування.

7-й тиждень

Лекція 11 Аналізування даних за допомогою гістограм.

Двогорба гістограма. Гістограма у формі обірву. Гістограма, яка взагалі не схожа на теоретичний розподіл. Гістограма з неприродньо високим краєм. Гістограма з відділеним острівцем. Гістограма з провалом.

8-й тиждень

Лекція 12 Оцінка вірогідності даних

Фактори, що мають бути прийняті до уваги при аналізі вірогідності даних за допомогою гістограм. Перевірка гіпотез.

9-й тиждень

Лекція 13 Підбір розподілу ймовірностей

Довірчий інтервал. Пробіт-графік. Аналізування і приклади застосування.

9-й тиждень

Лекція 14 Статистичний аналіз зв'язку випадкових величин. Діаграма розсіювання

Діаграма розсіювання. Визначення. Застосування. Переваги та обмеження.

10-й тиждень

Лекція 15 Кореляційний аналіз

Визначення. Застосування. Переваги та обмеження. Коефіцієнт кореляції Пірсона. Вплив методу формування вибірки на коефіцієнт кореляції. Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена.

11-й тиждень

Лекція 16 Порівняння вибірок.

Формулювання задачі. Незалежні вибірки. Залежні вибірки. Порівняння дисперсії

11-й тиждень

Лекція 17 Порівняння середніх значень незалежних вибірок

Випадок рівної дисперсії. Випадок нерівної дисперсії. Випадок відомої дисперсії. Порівняння середніх значень залежних вибірок.

12-й тиждень

Лекція 18 Статистичні контрольні карти

ISO 8258:1991 - карти Шухарта. Статистично керований стан процесу. Статистично некерований стан процесу. Контрольні карти за кількісними ознаками. Карти середніх арифметичних і розмахів. Формули контрольних границь. Карти індивідуальних значень та ковзких розмахів.

13-й тиждень

Лекція 19 Застосування статистичних контрольних карт

Виявлення особливих причин варіабельності за статистичними контрольними картами. Контрольні карти за альтернативними ознаками. Карта для частки дефектних виробів (р-карта).

13-й тиждень

Лекція 20 Індекс можливості процесу

Потенційна придатність. Підтверджена якість. Індекс придатності процесу. Визначення допусків технологічних процесів

14-й тиждень

Лекція 21 Діаграма Парето

Призначення. Побудова. Приклади застосування. Застосування в поєднанні з причинно-наслідковою діаграмою.

15-й тиждень

Лекція 22 Регресійний аналіз

Модель процесу. Виходи процесу. Входи процесу. Некеровані фактори. Невимірювані фактори. Регресійна модель. Оцінка інформативності регресійної моделі.

15-й тиждень

Лекція 23 Система статистичного управління процесами

Мета системи статистично управління процесами. Вимоги стандарту ISO 11462:2020 до системи статистично управління процесами. Модель системи статистичного управління процесами.

16-й тиждень

Лекція 24 Планування і моніторинг у системі статистичного управління процесами

Планування статистичного управління процесами. Система моніторингу виходів процесів. Організація роботи груп статистичного аналізу і удосконалення.

17-й тиждень

Лекція 25 Впровадження системи статистичного управління процесами

Аналізування і підтримка керівництвом в системі статистичного управління процесами.

Управління персоналом в системі статистичного управління процесами. Мотивація персоналу в системі статичного управління процесами
Аналізування і поліпшення системи статистичного управління процесами.

17-й тиждень

Лекція 26 Вимоги до моніторингу, вимірюванням, аналізуванню та оцінюванню у системі управління якістю (СУЯ) відповідно до ISO 9001:2015.

Розуміння організації та її середовища. Розуміння потреб і очікувань зацікавлених сторін. Система управління якістю та її процеси. Цілі у сфері якості та планування дій для їх досягнення. Ресурси для моніторингу та вимірювань. Аналізування з боку керівництва. Невідповідності і коригувальні дії.

18-й тиждень

Лекція 27 Вимоги до моніторингу, вимірюванням, аналізуванню та оцінюванню у процесах життєвого циклу СУЯ.

Планування проектування та розроблення. Засоби контролю проектування та розроблення. Вихідні дані проектування та розроблення. Управління виготовлення продукції та надання послуг. Ідентифікація та простежуваність. Задоволеність замовника.

6. Самостійна робота студента

Види самостійної роботи:

6.1 Підготовка до екзамену – 15 годин.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни «СТАТИСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ» є складовою частиною загальної політики в галузі якості КПІ імені Ігоря Сікорського і полягає у виконанні викладачем і студентами наступних принципів.

- ✓ Відвідування лекцій і практичних занять є обов'язковим. Необхідність пропуску занять з поважних причин заздалегідь узгоджується з викладачем з вирішенням питання щодо форм відпрацювання пропущеного матеріалу. У разі пропуску занять через хворобу викладачеві надається медична довідка.
- ✓ На лекціях і практичних заняттях обов'язковим є відключення телефонів. На екзаменах забороняється використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті.
- ✓ На лекціях і практичних заняттях студенти проявляють активність. На лекціях виникаючі питання задаються у відведений викладачем час. На практичних заняттях питання вирішуються по мірі виникнення в діалоговій формі. За активність студентів на заняттях викладач призначає заохочувальні бали.
- ✓ Академічна доброчесність є базовим принципом освітнього процесу і підлягає беззаперечному виконанню викладачем і студентами.
- ✓ Викладач є лідером і гарантом підготовки методичних матеріалів, навчання, контролю і поліпшення дисципліни на сучасному рівні з урахуванням вимог міжнародних стандартів з використанням кращої практики підприємств та університетів світу.

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

Поточний контроль проводиться за рішенням викладача в двох формах: опитування за темою заняття на початку практичного заняття.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: захист виконання повного комплексу практичних занять.

Розрахунок рейтингових балів

- Активність на практичних заняттях оцінюється ваговим балом – 3. Максимальна кількість балів на всіх лекціях складає: $3 \text{ бали} \times 18 = 54 \text{ балів}$.
- Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає: $RC = 54 \text{ балів}$.
- Екзаменаційна складова шкали дорівнює: $RE = 46 \text{ бали}$.
- Рейтингова шкала з дисципліни складає: $R = RC + RE = 100 \text{ балів}$.

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 семестровий контроль:

- 1) Діаграма Ісікави. Узгодження формулювання розв'язуваної проблеми.
- 2) Визначення основних компонентів (головних «ребер») діаграми. Аналізі отриманої діаграми. Ранжирування проблем. QFD-аналіз.
- 3) Шкали вимірювань. Що вимірювати. Як ЧАСТО вимірювати. ЧИМ і ЯК вимірювати. Контрольний листок. Підготовка даних для аналізування.
- 4) Статистичні данні як випадкові величини. Визначення ймовірності подій.
- 5) Характеристики випадкових величин.
- 6) Оцінювання рівня. Оцінювання розкиду. Розмах.
- 7) Дисперсія випадкової величини. Коефіцієнт варіації.
- 8) Функція розподілу випадкової величини. Квантиль.
- 9) Щільність розподілу випадкової величини.
- 10) Дискретні розподіли ймовірностей.
- 11) Геометричний розподіл
- 12) Біноміальний розподіл випадкової величини.
- 13) Розподіл Пуассона.
- 14) Рівномірний розподіл.
- 15) Нормальний розподіл Гауса.
- 16) Розподіл Вейбулла випадкової величини.
- 17) t-розподіл Стьюдента випадкової величини
- 18) χ^2 -розподіл випадкової величини
- 19) Двогорба гістограма.
- 20) Гістограма у формі обірву.

- 21) Гістограма, яка взагалі не схожа на теоретичний розподіл.
- 22) Гістограма з неприродньо високим краєм.
- 23) Гістограма з відділеним острівцем. Гістограма з провалом.
- 24) Фактори, що мають бути прийняті до уваги при аналізі вірогідності даних за допомогою гістограм. Перевірка гіпотез.
- 25) Довірчий інтервал. Пробіт-графік. Аналізування і приклади застосування.
- 26) Діаграма розсіювання. Визначення. Застосування. Переваги та обмеження.
- 27) Кореляційний аналіз
- 28) Коефіцієнт кореляції Пірсона.
- 29) Вплив методу формування вибірки на коефіцієнт кореляції.
- 30) Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена.
- 31) Порівняння вибірок. Формулювання задачі. Незалежні вибірки. Залежні вибірки. Порівняння дисперсії
- 32) Випадок рівної дисперсії. Випадок нерівної дисперсії. Випадок відомої дисперсії.
- 33) Порівняння середніх значень залежних вибірок.
- 34) ISO 8258:1991 - карти Шухарта.
- 35) Статистично керований стан процесу.
- 36) Статистично некерований стан процесу.
- 37) Контрольні карти за кількісними ознаками.
- 38) Карти середніх арифметичних і розмахів.
- 39) Формули контрольних границь.
- 40) Карти індивідуальних значень та ковзких розмахів.
- 41) Виявлення особливих причин варіабельності за статистичними контрольними картами.
- 42) Контрольні карти за альтернативними ознаками.
- 43) Карта для частки дефектних виробів (p-карта).
- 44) Потенційна придатність.
- 45) Підтверджена якість. Індекс придатності процесу.
- 46) Визначення допусків технологічних процесів
- 47) Діаграма Парето. Застосування в поєднанні з причинно-наслідковою діаграмою.
- 48) Модель процесу. Виходи процесу. Входи процесу.
- 49) Некеровані фактори. Невимірювані фактори.
- 50) Регресійна модель.
- 51) Оцінка інформативності регресійної моделі.
- 52) Мета системи статистично управління процесами. Вимоги стандарту ISO 11462:2020 до системи статистично управління процесами.
- 53) Модель системи статистичного управління процесами.
- 54) Планування статистичного управління процесами.
- 55) Система моніторингу виходів процесів.
- 56) Організація роботи груп статистичного аналізу і удосконалення.
- 57) Аналізування і підтримка керівництвом в системі статистичного управління процесами.
- 58) Управління персоналом в системі статистичного управління процесами.
- 59) Мотивація персоналу в системі статичного управління процесами.
- 60) Аналізування і поліпшення системи статистичного управління процесами.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором, д.т.н., проф. Фомічевим Сергієм Костянтиновичем.

Ухвалено кафедрою смарт технологій з'єднань та інженерії поверхонь

(протокол № 04 від 30 вересня 2020 р.)

Погоджено Методичною комісією Інституту матеріалознавства та зварювання ім. Є.О. Патона

(протокол № __ від _____)