



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра
зварювального
виробництва



Кафедра лазерної
техніки та
фізико-технічних
технологій

Статистичні методи у зварюванні, лазерних та споріднених технологіях

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>
Освітня програма	<i>Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>заочна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 год / 4 кредити ЄКТС; лекції – 6 год.; практичні – 10 год., СРС – 104 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік /МКР/РГР</i>
Розклад занять	<i>згідно rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент, Гаєвський Олег Анатолійович,</i> ggoa@ukr.net , <i>доцент, Анякін Микола Іванович, anyakin@ukr.net</i> Практичні: <i>к.т.н., доцент, Гаєвський Олег Анатолійович,</i> ggoa@ukr.net , <i>доцент, Анякін Микола Іванович, anyakin@ukr.net</i>
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NjlxNDAxNTA2ODc4?cjc=274i656

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Статистичні методи у зварюванні, лазерних та споріднених технологіях» є обов'язковою (нормативною) компонентою освітньої програми «Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій». Дисциплін вивчає основні поняття математичної статистики в застосуванні до забезпечення якості продукції у виробництві. Розглянуті підходи до визначення ймовірності виконання вимог до якості, застосування правил додавання та множення ймовірностей, прогнозування якісного виготовлення виробу та потоків дефектів, застосування законів біноміального, нормального, розподілу Пуассона, інструментів поліпшення якості та показників здатності процесів та виробництва виконувати вимоги.

Необхідність вивчення навчальної дисципліни: Застосування статистичних методів в умовах виробництва дозволяє приймати інженерні рішення щодо забезпечення якості продукції з врахуванням змінюваності контрольованих характеристик якості.

Мета дисципліни: формування у студентів здатностей щодо застосування на практиці сучасних статистичних методів забезпечення якості продукції виробництва, які вимагаються сучасними системами управління якістю.

Предмет дисципліни:

Сучасні статичні інструменти та методи забезпечення якості продукції.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей, передбачених освітньо-професійною програмою другого (магістерського) рівня вищої освіти "Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій".

Загальні компетентності:

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

ЗК 2. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК 5. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК 6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Фахові компетентності:

ФК 1. Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК 2. Здатність описати, класифікувати та змодельовувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук.

ФК 15. Здатність аналізувати дані виробництва з урахуванням змінюваності показників продукції і процесів.

ФК 16. Здатність використовувати сучасні статистичні методи забезпечення якості продукції та мінімізації технологічних ризиків у виробництві.

Програмні результати навчання.

РН 10. Вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію.

РН 11. Розробляти управлінські та/або технологічні рішення за невизначених умов та вимог, оцінювати і порівнювати альтернативи, аналізувати ризики, прогнозувати можливі наслідки.

РН 19. Забезпечувати статистичну керованість процесів зварювання, лазерних та споріднених технологій.

РН 20. Знання законів статистичного розподілу показників якості продукції, виготовленої за допомогою зварювання, лазерних та споріднених технологій і методів кількісного оцінювання технологічних ризиків.

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

Для успішного засвоєння дисципліни необхідний початковий рівень підготовки, необхідний для вступу до магістратури за освітньою програмою «Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій». Дисципліною забезпечуються компоненти освітньої програми: Наукова робота за темою магістерської дисертації, Практика, Робота над магістерською дисертацією.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Статистичні основи забезпечення якості у виробництві

Тема 2. Прогнозування при виготовленні виробів

Тема 3. Застосування статистичних ознак у виробництві.

Тема 4. Біноміальний розподіл

Тема 5. Застосування порядкової ознаки у виробництві.

Тема 6. Застосування безперервної ознаки у виробництві.

Тема 7. Визначення показників здатності процесів та виробництва виконувати вимоги.

Тема 8. Статистичні інструменти поліпшення виробничих процесів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Статистичні методи у зварюванні. - Електронний опорний конспект лекцій з кредит. модулю для студ. 131 “Прикладна механіка” спеціалізації «Технології та інжиніринг у зварюванні» освітньо-кваліфікаційного рівня магістр / Уклад.: О.А. Гаєвський. – К.: 2017. – 62 с.

2. Статистичні методи у зварюванні. - Електронні метод. вказ. до практичних занять з дисц. для студ. спеціальності 131 “Прикладна механіка” спеціалізації «Технології та інжиніринг у зварюванні» освітньо-кваліфікаційного рівня магістр / Уклад.: О.А. Гаєвський, – К.: 2017. – 63 с.

3. Статистичні методи у зварюванні.- Електронні метод. вказ. до виконання домашньої контрольної та самостійної роботи для студ. заочної форми навч. спеціальності 131 “Прикладна механіка” спеціалізації «Технології та інжиніринг у зварюванні» освітньо-кваліфікаційного рівня магістр / Уклад.: О.А. Гаєвський – К.: 2017. – 73 с.

Додаткова

4. Статистичні методи у зварюванні.- Електронні метод. вказ. до виконання розрахунково-графічної роботи з дисц. для студ. спеціальності 131 “Прикладна механіка” спеціалізації «Технології та інжиніринг у зварюванні» «Автоматизовані технологічні системи у зварюванні» освітньо-кваліфікаційного рівня магістр / Уклад.: О.А. Гаєвський, В.О.Гаєвський – К.: 2017. – 6 с.

5. Тараричкін І.О. Статистичні методи забезпечення якості продукції зварювального виробництва: Монографія. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2002. – 336 с.

6. Стандартні системи управління: аналіз і оцінювання. Навч. посібник / С.К.Фомічов, І.О.Скачков, В.В.Лисак, О.А.Гаєвський, А.П.Бабін. – К.: KIM, 2018. – 154 с.

7. Haievskyi O., Kvasnytskyi V., Haievskyi V. (2020). Development of a method for optimizing a product quality inspection plan by the risk of non-conformity slippage. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, №6/3(108), p. 50-59.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38808>

8. Гаєвський В., Гаєвський О., Пічугін І. Застосування індексу працездатності процесу при виборі зварювальних матеріалів. Технічні науки та технології. 2022. № 1(27). С. 74-81.
<http://tst.stu.cn.ua/article/view/259431>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Впродовж семестру для освітнього компонента заплановано проведення лекційних, практичних занять, виконання модульної контрольної роботи, а також розрахунково-графічної роботи.

Під час вивчення матеріалу застосовуються такі основні методи колективного та індивідуального активного навчання: проблемно-пошуковий,

пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, інтерактивний, практичний та дослідницький під час проведення лекційних та практичних занять, а також метод самостійної роботи. Означені методи використовуються в контексті застосування таких навчальних технологій:

1) особистісно-орієнтовані технології, засновані на активних формах і методах навчання: мозковий штурм під час колективних дискусій, інтерактивне спілкування тощо.

2) інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів, доповнення традиційних навчальних занять засобами взаємодії на основі мережевих комунікаційних можливостей (онлайн-лекції, онлайн-практики під час дистанційного навчання).

Навчальний матеріал дисципліни Статистичні методи у зварюванні, лазерних та споріднених технологіях викладається на заняттях згідно з наступною структурою (табл. 1).

Табл. 1. Структура викладання навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практ.	Лаборат.	СРС
1	2	3	4	5	6
Тема 1. Статистичні основи забезпечення якості у виробництві	11	1	1	-	9
Тема 2. Прогнозування при виготовленні виробів	29,5	1,5	2	-	26
Тема 3. Застосування статистичних ознак у виробництві.	3,5	0,5	-	-	3
Тема 4. Біноміальний розподіл	11,5	0,5	1	-	10
Тема 5. Застосування порядкової ознаки у виробництві.	11,5	0,5	1	-	10
Тема 6. Застосування безперервної ознаки у виробництві.	8,5	0,5	1	-	7
Тема 7. Визначення показників здатності процесів та виробництва виконувати вимоги.	8,5	0,5	2	-	6
Тема 8. Статистичні інструменти поліпшення виробничих процесів.	15	1	2	-	12
Розрахунково-графічна робота	12	-	-	-	12
Модульна контрольна робота	3	-	-	-	3
Залік	6	-	-	-	6
Всього годин	120	6	10	-	104

5.1. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу). Завдання на СРС https://classroom.google.com/c/MzYyODc2OTM3OTU4?cjc=3nuyst5
-------	---

1.	Тема 1. Статистичні основи забезпечення якості у виробництві. Мета та завдання дисципліни. Рекомендована література. Становлення сучасних методів управління якістю. Причини застосування статистичних методів. [1], стр.3-10.
	Тема 1. Статистичні методи, які застосовуються у виробництві (огляд всіх тем). Ймовірність події. Застосування правила додавання та правила множення ймовірностей. [1], стр.11-15.
	Тема 2. Прогнозування при виготовленні виробів Типи технологічних операцій за їх впливом на якість продукції. [1], стр.16-17.
	Тема 2. Прогнозування при виготовленні виробів Ймовірність якісного (бездефектного) виготовлення виробу. [2], стр. 18-19.
2.	Тема 2. Прогнозування при виготовленні виробів Прогнозування потоків дефектів. [1], стр. 19-20.
	Тема 3. Застосування статистичних ознак у виробництві. Статистичні ознаки продукції та процесів. Закони розподілення статистичних ознак. [1], стр. 21-25.
	Тема 4. Біноміальний розподіл. Застосування біноміального розподілу у виробництві. [1], стр. 26-30
	Тема 5. Застосування порядкової ознаки у виробництві. Застосування розподілу Пуассона. [1], стр. 31-34
3.	Тема 6. Застосування безперервної ознаки у виробництві. Застосування нормального розподілу у виробництві. [1], стр.34-40.
	Тема 7. Визначення показників здатності процесів та виробництва виконувати вимоги. [1], стр.59-60
	Тема 8. Статистичні інструменти поліпшення виробничих процесів. Лист збирання даних. Діаграма Парето. Схема Ісікава. Гістограма. [1], стр.41-47
	Тема 8. Статистичні інструменти поліпшення виробничих процесів. Карта статистичного контролю виробничого процесу (ККШ). Діаграма розсіювання. Діаграма потоку (розшарування даних). Застосування діаграми потоку до розроблення програми якості (плану контролю). [1], стр.48-50

5.2 Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять направлені на закріплення студентами знань, насамперед, по визначенню ймовірності настання події, застосування статистичних розподілів до виробничих задач, застосування статистичних інструментів поліпшення виробничих процесів та визначання здатності виконувати вимоги до якості.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення [2])
1.	Тема 1. Розрахунок та оцінка ймовірності події.
	Тема 1. Застосування правил додавання та множення ймовірностей.
	Тема 2. Прогнозування якісного виготовлення виробу для однотипних активно формуючих операцій.
	Тема 2. Прогнозування якісного виготовлення виробу без контрольних операцій.
	Тема 2. Прогнозування якісного виготовлення виробу з контрольними операціями.
	Тема 2. Прогнозування якісного виготовлення виробу з комбінованим контролем.
2.	Тема 2. Прогнозування потоків дефектів у виробництві з однотипними операціями.

	Тема 2. Прогнозування потоків дефектів у виробництві для заданого плану контролю.
	Тема 2. Прогнозування потоків дефектів у виробництві для комбінованого контролю.
	Тема 4. Пряма задача застосування біноміального розподілу у виробництві.
	Тема 4. Обернена задача застосування біноміального розподілу у виробництві.
	Тема 4. Визначення прийнятного цільового рівня невідповідностей продукції.
3.	Тема 5. Пряма задача застосування розподілу Пуассона у виробництві.
	Тема 5. Визначення граничного допустимого значення показника за порядковою ознакою.
	Тема 5. Визначення необхідного значення центру налаштування виробничого процесу за порядковою ознакою.
	Тема 6. Оцінка значень центру налаштування та середньоквадратичного відхилення контрольованого показника.
	Тема 6. Визначення ймовірності невиконання вимоги для безперервної ознаки.
4.	Тема 7. Пряма задача застосування індексу відтворюваності виробничого процесу.
	Тема 7. Обернена задача застосування індексу відтворюваності виробничого процесу.
5.	Тема 8. Визначення виробничих пріоритетів за діаграмою Парето.
	Тема 8. Пошук кореневих причин, застосування діаграм розсіювання.
	Тема 8. Застосування гістограм.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (104 год.) полягає у підготовці шляхом опрацювання рекомендованої літератури до лекційних занять (32 год.), практичних занять (51 год.), модульної контрольної роботи (3 год.), розрахунково-графічної роботи (12 год.), заліку (6 год.).

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни

Правила відвідування занять

Відвідування лекцій, практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання.

Вивчення навчальної дисципліни відбувається згідно графіку навчального процесу.

Для студентів, які беруть на себе відповідальність за організацію і планування свого часу для навчання, є можливість опановувати кредитний модуль у змішаному режимі: ознайомлюватись з теоретичним матеріалом лекцій і розв'язувати практичні завдання – самостійно, з можливістю проведення консультацій викладачем згідно графіку консультацій і відведеного на них часу, у відповідності до педагогічного навантаження викладача.

На період дії воєнного стану штрафні бали не нараховуються. Дедлайни не діють.

Правила поведінки на заняттях.

Правила поведінки на заняттях регламентуються етичними нормами: всі учасники освітнього процесу в університеті повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту і Правил внутрішнього розпорядку НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», загальноприйнятих моральних принципів, підтримувати атмосферу доброзичливості, відповідальності, порядності й толерантності, дбайливо ставитися до університетського

майна.

Під час аудиторних занять студенти повинні дотримуватись діючих правил охорони праці, безпеки життєдіяльності і правил пожежної безпеки, а в разі навчання за дистанційною формою виконувати вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я під час роботи з екранними пристроями.

Пропущені контрольні заходи:

Якщо контрольні заходи пропущені з поважних причин (хвороба або вагомі життєві обставини), студенту надається можливість додатково скласти контрольне завдання протягом найближчого тижня.

Політика щодо академічної доброчесності докладно описана у Кодексі Честі КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://kpi.ua/code>) і передбачає повну відповідальність студента за те, що всі виконані ним завдання відповідають принципам академічної доброчесності.

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

Поточний контроль:

правильна відповідь на питання по лекційному заняттю – 2 бали (максимальна кількість балів за семестр $12 \times 2 = 24$ бали);

правильно виконане практичне заняття – 2 бали (максимальна кількість балів за семестр $22 \times 2 = 44$ бали);

максимальна кількість балів по модульній контрольній роботі – **20 балів**;

максимальна кількість балів за РГР – **12 балів**.

Таким чином максимально можливий стартовий рейтинг за семестр: $24 + 44 + 20 + 12 = 100$ балів.

Календарний контроль: не проводиться.

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: до семестрового контролю допускаються студенти, які не мають заборгованостей з розрахунково-графічної роботи.

Студенти, які виконали умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі студентами, які виконали умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими студентами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на заліковому занятті з дисципліни викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи. На заліковій контрольній роботі студенту задається 4 питання. Максимальна кількість балів за повну і правильну відповідь на питання - 22 бали. Попередній рейтинг студента (за винятком балів за розрахунково-графічну роботу) скасовується і студент отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи. При цьому максимально можлива кількість балів $12 + 22 \times 4 = 100$ балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умов допуску до семестрового контролю	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Питання для самопідготовки до складання заліку:

<https://drive.google.com/file/d/1wyKMEudxz6HCud8YphJIC8-eL6oisSvo/view?usp=sharing>

Питання для підготовки до модульної контрольної роботи:

<https://drive.google.com/file/d/1ChT15V9p3-Mxyt9CSPoNYETn6eP-IyM4/view?usp=sharing>

Приклад завдання на розрахунково-графічну роботу:

https://drive.google.com/file/d/1pRI3a4cgOhSRm8gT_O9rt92W3Yu4Bna2/view?usp=sharing

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри ЗВ, к.т.н., доц., Гаєвським Олегом Анатолійовичем

Ухвалено кафедрою зварювального виробництва (протокол № 19 від 28.06.2023)

Ухвалено кафедрою лазерної техніки та фізико-технічних технологій (протокол № 13 від 15.06.2023)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім Є.О. Патона (протокол № 12/23 від 28.06.2023)