



ДІАГНОСТИКА І СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (PhD)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітньо-наукова програма	Прикладна механіка
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)/заочна
Рік підготовки, семестр	5 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	75 годин / 2,5 кредити ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Рейтингова система оцінювання, залік
Розклад занять	Четвер 10:25-12:00, 1-й тиждень – лекції: http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=fed740ab-ebfc-4303-a68e-a3ad886883be
Мова викладання	Українська/Англійська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., професор Фомічов Сергій Костянтинівич, sergiy.fomichov@gmail.com
Розміщення курсу	Лекції з дисципліни висилаються кожному аспіранту по електронній пошті. Контрольні примірники передаються методисту кафедри для збереження в електронній бібліотеці кафедри.

Програма навчальної дисципліни

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

Мета дисципліни - формування у аспірантів системи здатностей забезпечення безаварійної експлуатації конструкцій і використання кращого міжнародного досвіду впровадження сучасних напрямків забезпечення якості задля вирішення проблеми підвищення національної безпеки України забезпечення сталого розвитку суспільства.

Предмет дисципліни – конструкції з урахуванням тепло-фізичного та механіко-металургійного впливу зварювання, процеси руйнування з урахуванням впливу агресивного середовища, сучасні методи неруйнівного контролю і системи забезпечення якості відповідно до міжнародних стандартів.

Відповідно до **Освітньо-наукової програми** аспіранти після засвоєння дисципліни мають продемонструвати такі **результати навчання**.

Програмні результати навчання

Програмні компетентності

ФКБ. Здатність планувати і виконувати експериментальні дослідження, обробляти результати експерименту на основі використання сучасних інформаційних технологій та

мікропроцесорної техніки, інтерпретувати результати натурних або модельних експериментів.

Програмні результати навчання:

РН1. Знати загальну теорію і методику проведення наукових досліджень та вміти їх практично застосовувати для досліджень об'єктів в галузі механічної інженерії.

РН8. Навички використання сучасних комп'ютерних засобів та інформаційних технологій у науковій діяльності, зокрема при виконанні експериментальних досліджень.

РН9. Вміти формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

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

Для успішного засвоєння «Діагностики і систем забезпечення якості» аспірант повинен мати базові знання з дисциплін:

- Іноземна мова для наукової діяльності.
- Динаміка машин та процеси управління.
- Надійність машин і конструкцій.
- Методи проектування і розрахунку машин і конструкцій.

На результатах навчання з дисципліни «Діагностика і системи забезпечення якості» базуються:

- Оформлення наукових досягнень у вигляді дисертації.
- Впровадження одержаних результатів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Діагностика і системи забезпечення якості» складається з трьох модулів, кожен з яких включає три теми:

1. Фактори руйнування конструкцій.

1.1 Тепло-фізичний та механіко-металургійний вплив зварювання на характеристики конструкції.

1.2 Дефекти та критерії приймання

1.3 Вплив агресивного середовища на руйнування конструкцій.

2. Методи і системи технічної діагностики

2.1 Методи неруйнівного контролю (основи, сфера застосування, техніка, переваги та обмеження).

2.2 Вимірювання швидкості корозії

2.3 Системи технічної діагностики.

3. Системи управління якістю

3.1 Загальні підходи до забезпечення якості відповідно до міжнародних стандартів.

3.2 Проектування та розроблення. Компетенція. Усвідомлення. Комунікації. Управління документованою інформацією.

3.3 Виробництво та надання послуг. Моніторинг, вимірювання, аналізування та оцінювання.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

- 1) *Управління якістю у зварювальному виробництві: підручник для студ. спец. 131 «Прикладна механіка» / С. К. Фомічов, І. О. Скачков, Є. П. Чвертко, С. М. Мінаков, А. В.*

Банін; під ред. Бориса Патона. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 352 с. - ISBN 978-966-990

Підручник можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Слід читати повністю.

- 2) Fomichov S., Vanin A., Skachkov I., Lysak V., Gaievskiy O., Yudina N. Standart Management System. Quality Management.- K.: KIM, 2019, 257 с.- ISBN . (англ.).

Підручник можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Слід ознайомитись.

- 3) ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю. Вимоги.

Стандарт можна знайти в інтернеті. Слід роздрукувати і мати при собі на лекціях для роботи.

- 4) 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 ознайомитись.

Додаткова література:

- 1) ISO 4063:2009 Welding and allied processes — Nomenclature of processes and reference numbers.
- 2) ISO 3834:2005 Quality requirements for fusion welding of metallic materials
- 3) ISO 3834-1:2005 Quality requirements for fusion welding of metallic materials — Part 1: Criteria for the selection of the appropriate level of quality requirements.
- 4) ISO 3834-2:2005 Quality requirements for fusion welding of metallic materials — Part 2: Comprehensive quality requirements.
- 5) ISO 3834-3:1994 Quality requirements for fusion welding of metallic materials — Part 3: Standard quality requirements.
- 6) ISO 3834-4:2005 Quality requirements for fusion welding of metallic materials — Part 4: Elementary quality requirements.
- 7) ISO 6520:2015 Classification of imperfections in metallic fusion welds, with explanations
- 8) ISO 5817:2003 Welding — Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) — Quality levels for imperfections.
- 9) ISO 10042:2018 Welding — Arc-welded joints in aluminium and its alloys — Quality levels for imperfections.
- 10) ISO 13919:2019 Electron and laser-beam welded joints — Requirements and recommendations on quality levels for imperfections.
- 11) ISO 17635:2010 Non-destructive testing of welds — General rules for metallic materials.
- 12) ISO 9013:2017 Thermal cutting — Classification of thermal cuts — Geometrical product specification and quality tolerances.
- 13) ISO / TR 15235 :2001 Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Collected information on the effect of levels of water-soluble salt contamination.
- 14) CEN / TR 15135:2005 Welding - Design and non-destructive testing of welds.
- 15) ISO 17637:2016 Non-destructive testing of welds — Visual testing of fusion-welded joints.
- 16) ISO 5577:2017 Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Vocabulary.
- 17) ISO 17640:2018 Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Techniques, testing levels, and assessment.
- 18) ISO 10863:2011 Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Use of time-of-flight diffraction technique (TOFD).
- 19) ISO 13588:2019 Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Use of automated phased array technology.
- 20) ISO 22096:2007 Condition monitoring and diagnostics of machines — Acoustic emission.

- 21) ISO 3452:2013 Non-destructive testing — Penetrant testing — Part 1: General principles.
- 22) ISO 17638:2016 Non-destructive testing of welds — Magnetic particle testing.
- 23) ISO 17643:2015 Non-destructive testing of welds — Eddy current testing of welds by complex-plane analysis
- 24) ISO 17636-1:2013 Non-destructive testing of welds — Radiographic testing — Part 1: X- and gamma-ray techniques with film.
- 25) ISO 17636-2:2013 Non-destructive testing of welds — Radiographic testing — Part 2: X- and gamma-ray techniques with digital detectors.
- 26) ISO 15708-2:2002 Non-destructive testing — Radiation methods — Computed tomography — Part 2: Examination practices.
- 27) ISO 15708-3:2017 Non-destructive testing — Radiation methods for computed tomography — Part 3: Operation and interpretation.
- 28) ISO 9000:2015 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів.
- 29) ДСТУ ISO 9004-2001 Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності.
- 30) ISO 19011:2018 Настанови щодо здійснення аудитів системи правління якістю і (або) екологічного управління.
- 31) ДСТУ ISO/TR 10013:2003 Настанови щодо розроблення документації системи управління якістю.
- 32) ДСТУ ISO 10012:2005 Системи керування вимірюваннями. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

1-й тиждень

Лекція 1 Тепло-фізичний та механіко-металургійний вплив зварювання на характеристики конструкції.

Термічні цикли зварювання. Структурна неоднорідність - неоднакова структура зерен, різні розміри зерен, сегрегації домішок і випадіння на границях зерен. Формування зон зварного з'єднання. Формування залишкових зварювальних напружень.

3-й тиждень

Лекція 2 Дефекти та критерії приймання.

Типи дефектів зварних з'єднань (ISO 6520). Тріщини. Порожнини. Тверді включення. Несплавлення та неповари. Відхилення форми і розміру. Інші дефекти. Причини дефектів і методи попередження. Допустимість дефектів. Критерії приймання. Рівень контролю. Інженерні методи оцінки критичного стану зварних з'єднань з дефектами.

5-й тиждень

Лекція 3 Вплив агресивного середовища на руйнування конструкцій.

Електрохімічна корозія зварних з'єднань. Водневе окрихчення. Корозія під напруженням. Загальна схема процесів руйнування зварних конструкцій. Модель деградації металу й руйнування магістральних трубопроводів

7-й тиждень

Лекція 4 Методи неруйнівного контролю (основи, сфера застосування, техніка, переваги та обмеження).

Візуальний контроль (ISO 17637). Ультразвуковий імпульсний ехо-метод (UT-PE). Ультразвуковий дифракційно-часовий метод (UT-TOFD). Ультразвуковий метод із застосуванням фазованих решіток (PAUT). Капілярний метод. Магнітопорошковий метод. Метод вихрових струмів. Радіографічний метод. Процедури неруйнівного контролю (ISO 17635). Задokumentована інформація неруйнівного контролю.

9-й тиждень

Лекція 5 Вимірювання швидкості корозії.

Гравіметричний метод. Оцінювання корозії вимірюванням електродних потенціалів. Метод поляризаційного опору. Ультразвукова товщинометрія.

11-й тиждень

Лекція 6 Системи технічної діагностики.

Системи акустичної емісії для виявлення координат і характеру руйнування конструкції на початковому етапі. Системи оцінювання напруженого стану конструкцій методом магнітної анізотропії.

13-й тиждень

Лекція 7 Загальні підходи до забезпечення якості відповідно до міжнародних стандартів.

ISO 9001. Місія підприємства, стратегічні цілі, політики за напрямками, цілі та програми розвитку підприємства.

Поняття «якість». Орієнтація на споживача. Лідерство керівництва. Залучення персоналу. Процесний підхід. Поняття «процес». Системний підхід. Поняття «система управління якістю» (СУЯ). Поліпшення. Прийняття рішень на основі фактів. Взаємовигідні відносини із зацікавленими сторонами. Застосування циклу PDCA в системах управління організації. Процеси планування. Процеси життєвого циклу продукції. Процеси аналізу. Процеси поліпшення. Внутрішні чинники, що впливають на діяльність організації. Зовнішні чинники, що впливають на діяльність організації. Інтереси власників, споживачів, постачальників, персоналу, держави, суспільства в діяльності організації. Баланс інтересів зацікавлених сторін. Сутність процесного підходу у відповідності до вимог стандарту ISO-9001:2015. Класифікація процесів.

15-й тиждень

Лекція 8 Проєктування та розроблення. Компетенція. Усвідомлення. Комунікації. Управління документованою інформацією.

Планування проєктування та розроблення. Модель процесу «Проєктування та розроблення». Приклад схеми процесу «Проєктування та розроблення». Критерії процесу «Проєктування та розроблення». Перевірка і затвердження проєктування та розроблення.

Визначення рівня компетентності персоналу на основі належної освіти, професійної підготовки, кваліфікації та досвіду. Забезпечення і підвищення рівня компетентності персоналу.

Призначення документів у системах управління. Структура документів згідно з вимогами стандарту ISO 9001. Настанова з якості, як головний документ системи управління якістю.

16-й тиждень

Лекція 9 Виробництво та надання послуг. Моніторинг, вимірювання, аналіз та оцінювання.

Забезпечення керованих умов виробництва. Затвердження спеціальних процесів виробництва. Забезпечення ідентифікації та простежуваності.

Вимоги ISO 9001:2015 до управління невідповідною продукцією. Ідентифікація невідповідної продукції. Процедура управління невідповідною продукцією. Організація моніторингу та вимірювання процесів. Організація моніторингу та вимірювання продукції.

6. Самостійна робота аспіранта

Види самостійної роботи:

6.1 Підготовка до екзамену – 15 год.

6.2 Підготовка до лекцій – 3 години на кожну лекцію (всього – 27 год.) – вивчення додаткових матеріалів за наступною програмою:

- 1) Класифікація процесів зварювання (ISO 4063:2009). Рівні якості (ISO 3834:2005, ISO 5817:2003, ISO 10042:2018, ISO 13919:2019).
- 2) Класифікація дефектів зварних з'єднань (ISO 6520:2015).
- 3) Хімічний зв'язок. Електродні потенціали. Пасивація. Поляризаційні криви. Основні види корозії зварних конструкцій. Класифікація видів корозії. Хімічна корозія. Щілинна корозія. Питтингова корозія. Міжкрісталітна корозія. Ножова корозія. Транскрісталітна корозія.
- 4) Міжнародні стандарти щодо методів неруйнівного контролю (ISO 17635:2010, ISO 9013:2017, ISO / TR 15235 :2001, CEN / TR 15135:2005, ISO 17637:2016, ISO 5577:2017, ISO 17640:2018, ISO 10863:2011, ISO 13588:2019, ISO 3452:2013, ISO 17638:2016, ISO 17643:2015, ISO 17636-1:2013, ISO 17636-2:2013, ISO 15708-2:2002, ISO 15708-3:2017).
- 5) Корозійні випробування. Захист зварних конструкцій від корозії: катодний захист, протекторний захист, анодний захист, антикорозійні покриття.
- 6) Міжнародні стандарти щодо діагностики конструкцій (ISO 22096:2007).
- 7) Міжнародні стандарти серії 9000 (ISO 9001:2015, ISO 9000:2015, ДСТУ ISO 9004-2001, ISO 19011:2018, ДСТУ ISO/TR 10013:2003, ДСТУ ISO 10012:2005). Призначення та вимоги до цілей у сфері якості. Формування програми розвитку організації. Сутність процесного підходу у відповідності до вимог стандарту ISO-9001:2015. Класифікація процесів. Етапи розробки моделі процесу у відповідності з стандартом BS 6143 та настановами ISO. Критерії процесу. Етапи розробки моделі процесу у відповідності з стандартом BS 6143 та настановами ISO.
- 8) Стандарт ДСТУ ISO/TR 10013:2003. Структура настанови з якості. Розроблення та затвердження документів. Аналізування та актуалізація документів. Забезпечення ідентифікації змін та статусу документів. Забезпечення ідентифікації документів зовнішнього походження. Записи, як специфічна форма документів. Забезпечення ідентифікації, збереження, захист, доступ, терміну зберігання та вилучення записів. Розроблення задокументованої методики з управління документацією і протоколами.
- 9) Загальні засади забезпечення простежуваності, її роль у забезпеченні якості. Простежуваність основних та витратних матеріалів. Простежуваність персоналу. Простежуваність процедур. Управління власністю замовника. Забезпечення збереження продукції. Поліпшення дрібними кроками (Кайзен) та проекти прориву.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни «ДІАГНОСТИКА І СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ» є складовою частиною загальної політики в галузі якості КПІ імені Ігоря Сікорського і полягає у виконанні викладачем і аспірантами 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 аспіранти проявляють активність. На лекціях виникаючі питання задаються у відведений викладачем час. На практичних заняттях питання вирішуються по мірі виникнення в діалоговій формі. За активність аспірантів на заняттях викладач призначає заохочувальні бали.

- ✓ Академічна доброчесність є базовим принципом освітнього процесу і підлягає беззаперечному виконанню викладачем і аспірантами.
- ✓ 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: експрес-опитування по темі попередньої лекції на початку лекції, опитування за темою заняття на початку практичного заняття.

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

Семестровий контроль: залік.

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

Розрахунок рейтингових балів

- Активність на лекціях оцінюється ваговим балом – 5. Максимальна кількість балів на всіх лекціях складає: $5 \text{ балів} \times 9 = 45 \text{ балів}$.
- Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає: $RC = 45 \text{ балів}$.
- Залікова складова шкали дорівнює: $RE = 55 \text{ балів}$.
- 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) Термічні цикли зварювання.
- 2) Структурна неоднорідність - неоднакова структура зерен, різні розміри зерен, сегрегації домішок і випадання на границях зерен.
- 3) Формування зон зварного з'єднання.
- 4) Формування залишкових зварювальних напружень.
- 5) Типи дефектів зварних з'єднань (ISO 6520). Тріщини.
- 6) Типи дефектів зварних з'єднань (ISO 6520). Порожнини.
- 7) Типи дефектів зварних з'єднань (ISO 6520). Тверді включення.
- 8) Типи дефектів зварних з'єднань (ISO 6520). Несплавлення та непровари.
- 9) Типи дефектів зварних з'єднань (ISO 6520). Відхилення форми і розміру.
- 10) Причини дефектів і методи попередження.
- 11) Допустимість дефектів. Критерії приймання. Рівень контролю.
- 12) Інженерні методи оцінки критичного стану зварних з'єднань з дефектами.
- 13) Електрохімічна корозія зварних з'єднань.
- 14) Водне окрихчення.
- 15) Корозія під напруженням.
- 16) Загальна схема процесів руйнування зварних конструкцій.
- 17) Модель деградації металу й руйнування магістральних трубопроводів

- 18) Візуальний контроль (ISO 17637).
- 19) Ультразвуковий імпульсний ехо-метод (UT-PE).
- 20) Ультразвуковий дифракційно-часовий метод (UT-TOFD).
- 21) Ультразвуковий метод із застосуванням фазованих решіток (PAUT).
- 22) Капілярний метод.
- 23) Магнітопорошковий метод.
- 24) Метод вихорових струмів.
- 25) Радіографічний метод.
- 26) Процедури неруйнівного контролю (ISO 17635).
- 27) Задокументована інформація неруйнівного контролю.
- 28) Гравіметричний метод вимірювання швидкості корозії.
- 29) Оцінювання корозії вимірюванням електродних потенціалів.
- 30) Метод поляризаційного опору вимірювання швидкості корозії.
- 31) Ультразвукова товщинометрія.
- 32) Системи акустичної емісії для виявлення координат і характеру руйнування конструкції на початковому етапі.
- 33) Системи оцінювання напруженого стану конструкцій методом магнітної анізотропії.
- 34) Міжнародні стандарти серії ISO 9001.
- 35) Місія підприємства, стратегічні цілі, політики за напрямками, цілі та програми розвитку підприємства.
- 36) Призначення та вимоги до цілей у сфері якості.
- 37) Формування програми розвитку організації.
- 38) Поняття «якість».
- 39) Принципи управління якістю. Орієнтація на споживача.
- 40) Принципи управління якістю. Лідерство керівництва.
- 41) Залучення персоналу.
- 42) Принципи управління якістю. Процесний підхід.
- 43) Принципи управління якістю. Поліпшення.
- 44) Принципи управління якістю. Прийняття рішень на основі фактів.
- 45) Принципи управління якістю. Взаємовигідні відносини із зацікавленими сторонами.
- 46) Поняття «система управління якістю» (СУЯ).
- 47) Застосування циклу PDCA в системах управління організації.
- 48) Процеси планування. Процеси життєвого циклу продукції. Процеси аналізу. Процеси поліпшення.
- 49) Внутрішні чинники, що впливають на діяльність організації.
- 50) Зовнішні чинники, що впливають на діяльність організації.
- 51) Інтереси власників, споживачів, постачальників, персоналу, держави, суспільства в діяльності організації. Баланс інтересів зацікавлених сторін.
- 52) Планування проектування та розроблення. Модель процесу «Проектування та розроблення».
- 53) Приклад схеми процесу «Проектування та розроблення». Критерії процесу «Проектування та розроблення».
- 54) Перевіряння і затвердження проектування та розроблення.
- 55) Визначення рівня компетентності персоналу на основі належної освіти, професійної підготовки, кваліфікації та досвіду.
- 56) Забезпечення і підвищення рівня компетентності персоналу.
- 57) Призначення документів у системах управління. Структура документів згідно з вимогами стандарту ISO 9001.
- 58) Настанова з якості, як головний документ системи управління якістю. Структура настанови з якості.

- 59) Розроблення та затвердження документів. Аналізування та актуалізація документів. Забезпечення ідентифікації змін та статусу документів. Забезпечення ідентифікації документів зовнішнього походження.*
- 60) Записи, як специфічна форма документів. Забезпечення ідентифікації, збереження, захист, доступ, терміну зберігання та вилучення записів.*
- 61) Забезпечення керованих умов виробництва. Затвердження спеціальних процесів виробництва.*
- 62) Забезпечення ідентифікації та простежуваності.*
- 63) Вимоги ISO 9001:2015 до управління невідповідною продукцією. Ідентифікація невідповідної продукції. Процедура управління невідповідною продукцією.*
- 64) Організація моніторингу та вимірювання процесів.*
- 65) Організація моніторингу та вимірювання продукції.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою смарт технологій з'єднань та інженерії поверхонь
(протокол № 04 від 30 вересня 2020 р.)

Погоджено Методичною комісією Механіко-машинобудівного інституту (протокол № 7 від 19.02.2021)