

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ім. Є.О.ПАТОНА НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
Відділ аспірантури при ІЕЗ ім. Є.О.Патона НАН України



ЗАТВЕРДЖУЮ
Заст. директора
ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України
академії НАНУ

І.В. Кривцун
(ініціали, прізвище)

(підпис)

«06» липень 2020 р.

**«Прогнозування руйнування конструкцій методом
акустичної емісії»**

(назва навчальної дисципліни)

8/П

(шифр за ОП)

**ПРОГРАМА
навчальної дисципліни**

рівень вищої освіти – доктор філософії з матеріалознавства
форма навчання – денна
спеціальність – 132 – Матеріалознавство
галузь знань – 13 – механічна інженерія
освітня програма – Матеріалознавство

Затверджено на засіданні випускового
відділу за спеціальністю 132
«Матеріалознавство»

Інститут електрозварювання
ім. Є.О. Патона НАНУ

Протокол від 03.07 2020 р. № 1

Завідувач випускового відділу

(підпис)

А.І. Устінюв
(ініціали, прізвище)


«06» липень 2020 р.

Київ – 2020

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

зав. відділом ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України,
д.т.н., професор Недоссека А.Я.


(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)



(підпис)

пров. наук. співроб. ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України,
д.т.н. Недоссека С.А.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

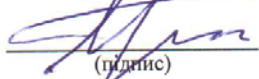


(підпис)

Програму затверджено на засіданні
відділу _____ «Технічна діагностика зварних конструкцій»
(повна назва відділу)

Протокол від « 03 » липень 2020 року № 1

Завідувач відділу



(підпис)

А.Я. Недоссека

(ініціали, прізвище)

« 06 » липень 2020 р.

Вступ

Програму навчальної дисципліни «**Прогнозування руйнування конструкцій методом акустичної емісії**» складено відповідно до освітньої програми підготовки докторів філософії спеціальності: **132 Матеріалознавство**

Навчальна дисципліна належить до циклу **дисциплін професійної та практичної підготовки**.

Предмет навчальної дисципліни: основні поняття акустико-емісійної (АЕ) технології; її сутність; питання переваг та недоліків існуючих видів АЕ контролю; випробування зразків як основа для подальшої оцінки стану конструкцій; випробування елементів і вузлів конструкцій; роботи АЕ обладнання та застосування АЕ технології в режимі безперервного моніторингу, переваги віддаленого доступу до об'єктів контролю; принципи складання схем розташування датчиків на різних об'єктах, зокрема у особливо складних випадках; гіпотеза, покладена в основу алгоритмів оцінки стану матеріалу та прийняття рішення щодо стану матеріалу аналітичним блоком системи моніторингу; тарування АЕ приладів на прогнозування руйнівного навантаження; питання автоматизації прийняття рішення та нормованої інтелектуальної поради і їх практичного втілення на виробництві; атестація АЕ систем та стандарти з АЕ контролю.

Міждисциплінарні зв'язки:

Навчальна дисципліна пов'язана з дисциплінами:

- «Методи дослідження фазового складу, структури та фізико-механічних властивостей матеріалів» (4/I),
- «Властивості матеріалів в нерівноважному стані та методи їх отримання» (3/I),
- «Твердофазні процеси формування нероз'ємних з'єднань матеріалів» (1/II),
- «Структура з'єднань матеріалів отриманих плавленням» (2/II),
- «Конструкційні сталі та їх здатність до зварювання» (3/II),
- «Конструкційні сплави на основі нікелю, титану та алюмінію і їх здатність до зварювання» (4/II),
- «Основи конструкційної міцності» (5/II),
- «Дослідження процесу руйнування матеріалів методом акустичної емісії» (6/II),
- «Теорія і експериментальні методи дослідження розповсюдження хвиль акустичної емісії в матеріалах» (7/II).

В подальшому набуті знання і вміння будуть використовуватись при застосуванні найсучасніших досягнень АЕ технології у практичному оцінюванні стану матеріалів, конструкцій, елементів конструкцій та зварних з'єднань, діагностиці стану матеріалів і конструкцій, а також дозволять удосконалювати оцінку несучої здатності та залишкового ресурсу існуючих конструкцій за рахунок впровадження отриманих знань на практиці..

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою навчальної дисципліни є формування у аспірантів компетентностей:

- Здатність проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових та складних ідей (код ЗК 2).
- Здатність переосмислювати наявне та створювати нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі соціальні, наукові, культурні, етичні та інші проблеми (код ЗК 3).

- Здатність розроблення та реалізація проектів, включаючи власні дослідження (код ЗК 4).
- Здатність ініціювання дослідницько-інноваційних проектів та автономно працювати під час їх реалізації(код ЗК 5).
- Здатність до самостійного освоєння нових методів дослідження(код ЗК 8).
- Здатність досліджувати проблеми із використанням системного аналізу та інших методів дослідження(код ЗК 9).
- Критичне осмислення наукових фактів, гіпотез, теорій, у професійній діяльності в сфері матеріалознавства(код ЗК 11).
- Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в механічній інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації(код ФК 1).
- Здатність самостійно виконувати наукові дослідження в галузі матеріалознавства на основі сучасних теорій та методів термодинаміки, кінетики процесів в матеріалах, фізики конденсованого стану, та інформаційнокомунікаційних технологій(код ФК 2).
- Здатність узагальнювати результати сучасних досліджень структури та властивостей матеріалів для вирішення наукових і практичних проблем, на основі фундаментальних та спеціальних знань синтезувати та створювати нові матеріали заданого функціонального призначення (код ФК 4).
- Здатність використовувати новітні методи досліджень металів і сплавів в науково-дослідницькій діяльності (код ФК 11).

1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання.

Знання:

- методик аналізу та синтезу знань при вирішенні проблем в широкому контексті матеріалознавчих та міждисциплінарних задач, в тому числі, за умов невизначеності чи неповної інформації (код ЗН 1);
- загальних принципів і методів природничих та технічних наук, а також методології наукових досліджень, їх застосування у власних дослідженнях у сфері матеріалознавства (код ЗН 3);
- новітніх світових досягнень науки, техніки та технологій в галузі матеріалознавства та суміжних сферах (код ЗН 5);
- закономірностей керування складом, структурою та властивостями матеріалів різної природи та функціонального призначення (код ЗН 7);
- Фізичної сутності акустичної емісії (АЕ); фізичної та математичної моделі АЕ; теоретичних питань розповсюдження хвиль АЕ; визначення координат джерел АЕ; діагностичних АЕ систем на основі розпізнавання процесів, що протікають у матеріалах при руйнуванні. (код ЗН 19);
- Основних механічних і фізичних характеристик матеріалів, механічних та технологічних методів їх випробування; класифікації видів і методів неруйнівного контролю; випробування методом АЕ здатності матеріалів накопичувати пошкодження в процесі деформування; оцінки стану матеріалів за результатами металографічних досліджень; застосування АЕ технології при безперервному діагностичному контролі (моніторингу) конструкцій з оцінкою ресурсу матеріалів конструкцій(код ЗН 20).

Уміння:

- Використовувати необхідні для обґрунтування висновків докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні емпіричні дані(код УМ 2);
- Застосовувати логіку та методологію наукового пізнання(код УМ 3);
- Застосовувати аналіз та синтез знань при вирішенні проблем в широкому контексті матеріалознавчих та міждисциплінарних задач, в тому числі, за умов невизначеності чи неповної інформації(код УМ 4);
- Забезпечувати оригінальні розробки та ідей в контексті наукового дослідження(код УМ 5);
- Орієнтуватися в сучасних тенденціях та потребах суспільства з метою їх використання в професійній галузі; проявити вищу ступінь відповідальності за соціальні, культурні та екологічні наслідки комплексної технічної діяльності в контексті сталого розвитку; виявити готовність до ведення технічної діяльності з дотриманням етичних норм(код УМ 6);
- синтезувати знання та формулювати висновки, обґрунтовувати їх для фахової та нефахової аудиторії (код УМ 8);
- На основі аналізу потреб виробництва формулювати вимоги щодо рівня властивостей нових матеріалів(код УМ 10);
- генерувати нові ідеї для вирішення науково-дослідних проектів та дослідницько-конструкторських робіт (код УМ 12);
- Практично застосувати існуючі АЕ системи при безперервному контролі (моніторингу) матеріалів конструкцій з оцінкою їх залишкового ресурсу (код УМ 24).

2. Структура навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться **120 годин/ 4 кредити ECTS**.

Навчальна дисципліна містить наступні кредитні модулі:

1. Акустико-емісійна (АЕ) технологія контролю та діагностування. Безперервний моніторинг.
2. Особливості складання схем розташування датчиків та монтажу систем безперервного АЕ моніторингу.
3. Оцінка та прогнозування стану матеріалу конструкцій за результатами АЕ моніторингу.
4. Окремі випадки застосування АЕ моніторингу.

Рекомендований розподіл навчального часу

Шифр	Назва навчальної дисципліни	Розподіл за семестрами		Кількість Кредитів ЄКТС	Кількість годин					
		Екзамени	Заліки		Загальний обсяг	Аудиторних			Самостійна робота	
						Всього	у тому числі			
				лекцій	практичні		семінарські			
8/П	Прогнозування руйнування конструкцій методом акустичної емісії	4	–	4	120	44	32	12	–	76

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Акустико-емісійна (АЕ) технологія контролю та діагностування. Безперервний моніторинг.

Тема 1.1. Загальні відомості про види АЕ контролю

Загальні відомості про акустико-емісійний (АЕ) контроль. Разовий, періодичний контроль, моніторинг, безперервний моніторинг. Їх переваги та недоліки. Переваги та недоліки АЕ порівняно з іншими методами неруйнівного контролю. Роль безперервного АЕ моніторингу у попередженні аварій на виробництві.

Тема 1.2. Випробування зразків як основа для подальшої оцінки стану конструкцій. АЕ випробування елементів і вузлів конструкцій

Налаштування АЕ випробувань зразків на статичний розтяг. Налаштування випробувальної машини. Налаштування АЕ обладнання. Схема розташування датчиків. Використання даних, отриманих при АЕ випробуваннях зразків, при подальшому оцінюванні стану елементів і вузлів конструкцій з того ж самого матеріалу.

Тема 1.3. Основні засади застосування АЕ технології при безперервному моніторингу

Системи безперервного АЕ моніторингу як постійно діюча лабораторія. Дані АЕ контролю, які можливо отримати тільки завдяки безперервному моніторингу. Важливість отримання технологічних експлуатаційних параметрів конструкції для подальшої оцінки її стану та прогнозування руйнівного навантаження та залишкового ресурсу. Програма статистичної обробки попереджень про небезпеку.

Тема 1.4. Принципи роботи АЕ обладнання в режимі безперервного моніторингу. Віддалений доступ

Організація запису та збереження даних контролю. Інтеграція систем моніторингу у заводські внутрішні комп'ютерні мережі та у мережу Інтернет. Використання XML як основного засобу обміном даними у внутрішніх мережах підприємств. Віддалений доступ до роботи програм, що обслуговують системи безперервного моніторингу, через мережу Інтернет. Віддалений контроль роботи АЕ обладнання та його налаштування.

Розділ 2. Особливості складання схем розташування датчиків та монтажу систем безперервного АЕ моніторингу

Тема 2.1. Принципи складання схем розташування датчиків на різних об'єктах

Основні локаційні схеми, формування локаційних антен у математичному забезпеченні до систем типу ЕМА. Адаптація локаційних антен до конфігурації об'єктів контролю. Засоби перевірки чутливості локаційних антен на діючих конструкціях.

Тема 2.2. Особливості монтажу систем моніторингу на великогабаритних ємностях

Конструктивні та експлуатаційні особливості великогабаритних ємностей. Монтаж датчиків та прокладання кабелів зв'язку у випадках відкритих та ізольованих поверхонь. Розташування АЕ обладнання у приміщеннях та на відкритому просторі, спеціалізовані контейнери. Організація мережевого доступу до АЕ обладнання.

Тема 2.3. Особливості монтажу систем моніторингу на трубопроводах

Конструктивні та експлуатаційні особливості трубопроводів різного призначення. Монтаж датчиків та прокладання кабелів зв'язку у випадках відкритих та ізольованих поверхонь. Розташування АЕ обладнання у приміщеннях та на відкритому просторі, спеціалізовані контейнери. Організація мережевого доступу до АЕ обладнання.

Тема 2.4. Особливості розташування АЕ датчиків при застосуванні зонної локації

Випадки, коли можливе застосування лише зонного типу локації джерел АЕ. Вибір місць розташування датчиків АЕ. Налаштування АЕ систем для роботи у режимі зонної локації.

Розділ 3. Оцінка та прогнозування стану матеріалу конструкцій за результатами АЕ моніторингу

Тема 3.1. Основна гіпотеза, закладена в основу алгоритмів оцінки стану матеріалу. Прийняття рішення. Аналітичний блок системи моніторингу. Структура блоку. Прогнозування стану матеріалу

Гіпотеза щодо АЕ як відображення процесів, що відбуваються у процесі пошкодження матеріалу. АЕ як акустичний паспорт матеріалу. Модель накопичення пошкоджень та виникнення хвиль АЕ. Вектор стану матеріалу, прогнозування руйнівного навантаження та залишкового ресурсу за даними АЕ контролю у системах АЕ контролю типу ЕМА.

Тема 3.2. Особливості тарування АЕ приладів на прогнозування руйнівного навантаження

Налаштування математичного забезпечення систем ЕМА на генерацію попереджень про небезпеку та прогноз руйнівного навантаження. Два типи прогнозу та випадки, рекомендовані для використання кожного з них.

Тема 3.3. Дія персоналу у різних випадках небезпеки. Нормована інтелектуальна порада і спеціалізовані аналітичні програми

Стандартна таблиця попереджень про небезпеку для систем типу ЕМА. Її практична реалізація у математичному забезпеченні. Термін «Нормована інтелектуальна порада» і його практичне втілення в спеціалізованих програмах.

Тема 3.4. Метрологічна атестація вузлів систем безперервного моніторингу. Базові нормативні документи з АЕ контролю

Блоки, за якими атестується АЕ обладнання. Методики атестації локації координат джерел АЕ та прогнозу руйнівного навантаження. Пристрої для перевірки АЕ обладнання. Стандарти з діагностики та АЕ контролю.

Розділ 4. Окремі випадки застосування АЕ моніторингу

Тема 4.1. Особливості моніторингу конструкцій з важкодоступними зонами і контроль конструкцій складної геометрії

Приклади конструкцій з важкодоступними зонами та складної геометрії. Принципи вибору локаційних схем та формування локаційних АЕ антен для таких конструкцій.

Тема 4.2. Контроль протяжних ділянок трубопроводів

Конструктивні та експлуатаційні особливості протяжних ділянок трубопроводів. Монтаж датчиків та прокладання кабелів зв'язку у випадках відкритих та ізольованих поверхонь. Розташування АЕ обладнання у приміщеннях та на відкритому просторі, спеціалізовані контейнери. Організація мережевого доступу до АЕ обладнання.

Тема 4.3. Контроль конструкцій, що працюють при високій температурі. Використання хвилеводів

Приклади конструкцій, що працюють при високій температурі. Вплив температури на можливість встановлення датчика АЕ безпосередньо на поверхні високотемпературного об'єкту контролю, визначення необхідності задіяння хвилеводів. Підбір та розрахунок хвилеводів. Розташування АЕ обладнання у приміщеннях та на відкритому просторі, спеціалізовані контейнери. Організація мережевого доступу до АЕ обладнання.

Тема 4.4. Контроль підземних ділянок трубопроводів

Конструктивні та експлуатаційні особливості протяжних ділянок трубопроводів. Монтаж датчиків та прокладання кабелів зв'язку у випадках відкритих та ізольованих поверхонь. Розташування АЕ обладнання у приміщеннях та на відкритому просторі, спеціалізовані контейнери. Організація мережевого доступу до АЕ обладнання.

4. Рекомендована тематика практичних занять

Для закріплення знань, що були одержані на лекційних заняттях та для придбання умінь і навичок у галузі АЕ технології та безперервного АЕ моніторингу передбачено проведення практичних занять за темами:

Практичне заняття №1. Ознайомлення з технологією АЕ моніторингу, особливостями та основними вузлами АЕ обладнання. Вивчення особливостей конкретних об'єктів контролю та попередні АЕ випробування зразків матеріалів конструкцій (4 години).

Практичне заняття № 2. Визначення поточного стану конструкцій та прогноз руйнівних навантажень і залишкового ресурсу об'єктів контролю. Комп'ютерний повтор випробувань (4 години).

Практичне заняття № 3. Ознайомлення із прикладами застосуванням АЕ технології, у тому числі дистанційного, великогабаритних особливо небезпечних об'єктів на прикладі сховищ аміаку, мостових переходів трубопроводів (2 години).

Практичне заняття № 4. Ознайомлення з прикладами застосування АЕ технології на об'єктах цеху переробки аміаку та ТЕЦ, що працюють при високих температурах (2 години).

5. Рекомендований перелік комп'ютерних практикумів

Лабораторні роботи (комп'ютерні практикуми) навчальним планом не передбачені.

6. Рекомендовані індивідуальні завдання

Самостійна робота студентів включає підготовку до лекцій, практичних занять. Розподілення часу на самостійну роботу наведено в додатку 1.

7. Рекомендована література

7.1 Базова:

1. Недосека А. Я., Недосека С. А. Основы расчета и диагностики сварных конструкций. – Киев: Издательство «ИНДПРОМ», 2020. – 886 с.

7.2 Допоміжна:

1. Акустическая эмиссия и ресурс конструкций: Теория, методы, технологии, средства, применение / Б.Е. Патон, Л.М. Лобанов, А.Я. Недосека, С.А. Недосека, М.А. Яременко – К.: Издательство «Индпром», 2012. – 312 с.
2. Техническая диагностика и предупреждение аварийных ситуаций конструкций зданий и сооружений / [А.В. Шимановский, В.Н. Гордеев, В.П. Королев, А.И. Оглобля и др.]: под общ. ред. А.В. Шимановского. – К. : Изд-во «Сталь», 2008. – 463 с.
3. Недосека А.Я., Недосека С.А., Яременко М.А. Непрерывный мониторинг магистральных газопроводов и газокompрессорных станций методом акустической эмиссии // Техн. диагностика и неразруш. контроль. – 2011. – № 4. – С. 3-13.
4. Интеллектуальные технологии в оценке состояния конструкций (АЭ технология и контролирующая аппаратура нового поколения на ее основе) / Б. Е. Патон, Л. М. Лобанов, А. Я. Недосека [и др.] // Техн. диагностика и неразруш. контроль. – 2016. – № 2. – С. 3–18.
5. Испытание сосудов давления международной группой специалистов / А.Я. Недосека, С.А. Недосека, М.А. Овсиенко [и др.] // Техн. диагностика и неразруш. контроль. – 2016. – № 3. – С. 3–10.
6. Недосека С.А. Прогноз разрушения по данным акустической эмиссии // Техн. диагностика и неразруш. контроль. – 2007. – № 2. – С. 3-9.
7. Недосека С.А. К стандартизации применения XML (eXtensive Markup Language) в автоматизированных системах АЭ диагностики // Техн. диагностика и неразруш. контроль. – 2005. – № 2. – С. 9-16.
8. Особенности АЭ диагностики. Технология, аппаратура и алгоритмы / С.А. Недосека, А.Я. Недосека, М.А. Яременко, М.А. Овсиенко, О.И. Бойчук, И.Г. Волошкевич // Техн. диагностика и неразруш. контроль. – 2019. – № 1. С. 3–12.
9. Программное обеспечение систем АЭ диагностики ЕМА-3.9 / А.Я. Недосека, С.А. Недосека, М.А. Яременко, М.А. Овсиенко, Л.Ф. Харченко, Ю.А. Смоголь, С.А. Кушнirenко // Техн. диагностика и неразруш. контроль. – 2013. – № 3. – С. 16-22.
10. Недосека С.А., Недосека А.Я., Овсиенко М.А. Влияние методов обработки акустико-эмиссионной информации на формирование АЭ событий и определение их координат // Техн. диагностика и неразруш. контроль. – 2011. – № 2. – С. 5-14.
11. Недосека С.А., Овсиенко М.А. Особенности обработки данных акустической эмиссии для сложных и множественных локационных антенн // Техн. диагностика и неразруш. контроль. – 2012. – № 2. – С. 7-12.
12. Оптимизация размещения датчиков и повышение точности локации источников акустической эмиссии / С.А. Недосека, М.А. Овсиенко, Л.Ф. Харченко, М.А. Яременко // Техн. диагностика и неразруш. контроль. – 2015. – № 3. – С. 18-25.
13. О непрерывном мониторинге хранилищ жидкого аммиака / А.Я. Недосека, С.А. Недосека, М.А. Яременко, А.А. Елкин, Ю.Ф. Курбатов, А.С. Васильев // Автомат. сварка. – 2004. – № 2. – С. 10-17.

14. Метод акустической эмиссии при проведении контроля объектов нефтехимии / М.А. Яременко, С.А. Недосека, А.Я. Недосека, М.А. Овсиенко, А.Е. Сараев // Техн. диагностика и неразруш. контроль. – 2019. – № 2. – С. 37-40.
15. Методика обследования трубопроводной арматуры акустико-эмиссионным методом / А.Я. Недосека, С.А. Недосека, А.А. Грузд, М.А. Яременко и др. // Стандарт технического комитета Украины по стандартизации ТКУ 78 "ТДНК". – Киев. – 2008. – 16 с.
16. О применении АЭ технологии при непрерывном мониторинге трубопроводов энергетических комплексов, работающих при высокой температуре / Б.Е. Патон, Л.М. Лобанов, А.Я. Недосека, С.А. Недосека, М.А. Яременко, Ю.И. Гладышев, В.М. Бешун, А.В. Бычков, А.М. Гайдукевич // Техн. диагностика и неразруш. контроль. – 2014. – № 3. – С. 7-14.
17. Недосека А. Я., Недосека С. А., Бойчук О. И. Результаты исследования волноводов // Техн. диагностика и неразруш. контроль. – 2017. – № 1. – С. 11–15.
18. Оценка состояния металла труб после длительной эксплуатации в системе магистральных газопроводов / А.А. Лебедев, С.А. Недосека, Н.Р. Музыка, Н.Л. Волчек // Техн. диагностика и неразруш. контроль. – 2003. – № 2. – С. 3-8.
19. Недосека С.А. Объектный подход к решению задач механики несплошной среды и прогнозированию состояния материалов // Техн. диагностика и неразруш. контроль. – 1998. – № 1. – С. 13-21.
20. Недосека С.А. Оценка накопления повреждений и прогноз разрушения по данным АЭ // Материалы междунар. конф. "Сварка и родственные технологии – в третье тысячелетие". Ин-т электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины. – 24-26 ноября 2008 г.
21. Недосека С.А., Недосека А.Я. Комплексная оценка поврежденности и остаточного ресурса металлов с эксплуатационной наработкой // Техн. диагностика и неразруш. контроль. – 2010. – №1. – С. 9-16.
22. Методика поверки и аттестации акустико-эмиссионной аппаратуры по определению координат АЭ сигналов №1-ТКУ78 / 14. – Киев: Изд-во "Индром", 2002.
23. Методика поверки и аттестации акустико-эмиссионной аппаратуры по прогнозу разрушающей нагрузки №2-ТКУ78 / 14. (2002). – Киев: Изд-во "Индром", 2002.
24. ДСТУ 4223-2003. Котли, посудини під тиском і трубопроводи. Технічне діагностування. Загальні вимоги. / І. Волошкевич, Е. Гарф, А. Грузд, В. Качанов, В. Долинський, В. Кір'ян, А. Лебедев, Л. Лобанов, А. Недосека, С. Недосека та ін. // Національний стандарт України. – Держспоживстандарт України. – 2003.
25. ДСТУ 4227-2003. Настанови щодо проведення акустико-емісійного діагностування об'єктів підвищеної небезпеки. / А. Недосека, О. Андрейків, І. Волошкевич, А. Грузд, А. Лебедев, Л. Лобанов, С. Недосека та ін. // Національний стандарт України. – Держспоживстандарт України. – 2003.
26. Методичні рекомендації з акустико-емісійного діагностування обладнання основних виробництв хімічної, нафтохімічної та нафто газопереробної промисловості. Загальні вимоги / А. Недосека, А. Грузд, С. Недосека та ін. // Стандарт технічного комітету України з стандартизації ТКУ 78 "ТДНК". – Київ. – 2006 – 16 с.
27. Автоматизированная система непрерывного акустико-эмиссионного мониторинга ЕМА-3С на аммиакохранилищах СТ Одесского припортового завода. Методика проверки работоспособности / А.А. Грузд, А.Я. Недосека, С.А. Недосека, И.Г. Волошкевич и др. // Стандарт технического комитета Украины по стандартизации ТКУ 78 "ТДНК". – Киев. – 2006. – 26 с.
28. СТП 50.06-2006. Технічна діагностика. Вимоги до підготовки і атестації персоналу з акустико-емісійного контролю та діагностування промислових об'єктів / А.Я. Недосека, С.А. Недосека, А.А. Грузд, М.А. Овсієнко, Л.Ф. Харченко та ін. // Стан-

дарт технічного комітету України з стандартизації ТКУ 78 "ТДНК". – Київ. – 2006. – 28 с.

29. СТП 50.07-2006. Методические рекомендации по акустико-эмиссионному диагностированию оборудования основных производств химической, нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности / А.Я. Недосека, С.А. Недосека, А.А. Грузд, М.А. Овсієнко, Л.Ф. Харченко и др. // Стандарт технического комитета Украины по стандартизации ТКУ 78 "ТДНК". – Киев. – 2006. – 42 с.

8. Підсумковий контроль результатів навчання

Підсумковий контроль результатів навчання проводиться у формі екзамену.

9. Засоби діагностики успішності навчання

Семестрова атестація проводиться у виді екзамену. Для оцінювання результатів навчання застосовується 100 - бальна рейтингова система і університетська шкала оцінювання.

Навчальна програма складена на основі ОНП підготовки докторів філософії спеціальності 132 – «Матеріалознавство»

Програму розробили:

Зав. відділу

ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України
д.т.н., професор

А.Я. Недосека

Пров. наук. співроб.

ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України,
д.т.н.

С.А. Недосека