


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
академік НАНУ

(підпис) І.В. Кривцун
(ініціали, прізвище)
« 06 » липень 2020 р.

« Основи конструкційної міцності »

(назва навчальної дисципліни)

5/П


(шифр за ОП)

РОБОЧА ПРОГРАМА
кредитного модуля

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»
Інституту електрозварювання
ім. Є.О. Патона НАН України

Протокол від 03.07 2020 р. № 1
Завідувач випускового відділу,
д. фіз.-мат. наук, проф.


(підпис) А.І. Устїнов
(ініціали, прізвище)
« 06 » липень 2020 р.

Робоча програма кредитного модуля

Основи конструкційної міцності

складена відповідно до програми навчальної дисципліни:

«Основи конструкційної міцності», 5/П

Розробник робочої програми:

Завідувач відділу, доктор технічних наук Тороп Василь Михайлович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

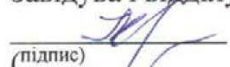


(підпис)

Програму затверджено на засіданні відділу
нових конструктивних форм зварних споруд та конструкцій
(повна назва відділу)

Протокол від «03» липня 2020 року № 1

Завідувач відділу, д.т.н.


(підпис) В.М. Тороп
(ініціали, прізвище)

«06» липня 2020 р.

1. Опис кредитного модуля

Рівень ВО, спеціальність, освітня програма, форма навчання	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
Рівень ВО Третій (доктор філософії)	Назва дисципліни «Основи конструкційної міцності»	Лекції 32 год.
Спеціальність 132 – Матеріалознавство (шифр і назва)	Цикл професійної підготовки	Практичні (семінарські) 12 год.
Освітня програма ОНП 5/П, «Основи конструкційної міцності» (ОПП, ОНП, назва)	Статус кредитного модуля вибірковий (обов'язковий, вибірковий)	Лабораторні роботи 0 год.
		Самостійна робота 76 год., у тому числі на виконання індивідуального завдання 0 год.
	Семестр 4	Індивідуальне завдання - (вид)
Форма навчання денна (денна, заочна)	Кількість кредитів (годин) 4/120	Вид та форма семестрового контролю (екзамен / залік; усний / письмовий / тестування тощо) екзамен

Дисципліна «Основи конструкційної міцності» належить до циклу дисциплін професійної та практичної підготовки. Її вивчення базується на знанні аспірантами курсу - «Методи дослідження фазового складу, структури та фізико-механічних властивостей» (4/П),

- «Властивості матеріалів в нерівноважному стані та методи їх отримання» (3/П),
- «Твердофазні процеси формування нероз'ємних з'єднань матеріалів» (1/П),
- «Структура з'єднань матеріалів отриманих плавленням» (2/П),
- «Конструкційні сталі та їх здатність до зварювання» (3/П),
- «Конструкційні сплави на основі нікелю, титану та алюмінію і їх здатність до зварювання» (4/П),
- «Дослідження процесу руйнування матеріалів методом акустичної емісії» (6/П),
- «Теорія і експериментальні методи дослідження розповсюдження хвиль акустичної емісії в матеріалах» (7/П),
- «Прогнозування руйнування конструкцій методом акустичної емісії»(8/П).

2. Мета та завдання кредитного модуля

2.1. Метою навчальної дисципліни є формування у аспірантів здатностей:

- 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 оцінювати властивості матеріалів на основі існуючих та спеціально розроблених моделей та методів досліджень (код ФК 5).
- Здатність проводити теоретичні й експериментальні дослідження, математичне й комп'ютерне моделювання матеріалознавчих задач (код ФК 8).
- Здатність на основі фундаментальних та спеціальних знань проектувати та створювати нові матеріали заданого функціонального призначення(код ФК 9).
- 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 (ЗН 3);
- фізичних, хімічних та математичних принципів матеріалознавства (код ЗН 4);
- новітніх світових досягнень науки, техніки та технологій в галузі матеріалознавства та суміжних сферах (ЗН 5);

- Сучасних методів теоретичного та експериментального дослідження структури та властивостей матеріалів(код ЗН 6).
- закономірностей керування складом, структурою та властивостями матеріалів різної природи та функціонального призначення (код ЗН 7);
- Фундаментальних принципів фізичного, математичного, фізико-хімічного та імітаційного моделювання (код ЗН 8).

Уміння:

- Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми матеріалознавства державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях в провідних наукових виданнях(код УМ 1);
- 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);
- Планувати, організовувати, керувати продуктивною працею в різних напрямках в групі та команді, виконувати різні функції в колективі та соціумі в цілому(код УМ 7);
- 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 використовувати сучасні апаратні засоби для визначення структурних характеристик матеріалів їх механічних та фізичних властивостей, робити прогноз на основі визначеного комплексу їх властивостей щодо ресурсу експлуатаційних можливостей використання матеріалів(код УМ 17);.
- Оцінювати основні механічні і фізичні характеристики матеріалів, їх повзучість, тривалу міцність, тріщиностійкість, циклічну втому; класифікувати та вибирати доцільні у конкретних випадках види і методи неруйнівного контролю, специфіку і моделі контролю (діагностики) (код УМ 22).
- Визначати експериментально показники міцності, пластичності та в'язкості руйнування матеріалів(код УМ 23).

3. Структура кредитного модуля

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні	СРА
1	2	3	4	5	6
<i>Розділ 1. Основи конструкційної міцності.</i>					
<i>Тема 1.1. Основні визначення та поняття оцінки конструкційної міцності</i>	7	2	-	-	5
<i>Тема 1.2. Напружено-здеформований стан зварних металоконструкцій</i>	16	2	4	-	10
<i>Тема 1.3. Закони та принципи, покладені в основу розрахунку напружено-здеформованого стану металоконструкцій</i>	16	2	4	-	10
<i>Тема 1.4. Властивості матеріалів при статичному навантаженні</i>	16	2	4	-	10
<i>Тема 1.5. Крихке та в'язке руйнування матеріалів</i>	7	2		-	5
<i>Тема 1.6. Критерії крихкого руйнування металоконструкцій</i>	7	2		-	5
<i>Тема 1.7. Граничний стан металоконструкцій при їх в'язкому руйнуванні</i>	7	2		-	5
<i>Тема 1.8. Однопараметричні критерії та двокритеріальний підхід до оцінки конструкційної міцності металоконструкцій</i>	14	4		-	10
Разом за розділом 1	90	18	12	-	60
Екзамен					30
Всього годин	120	18	12	-	90

4. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу)
1	Основні визначення та поняття оцінки конструкційної міцності. Вступ. Основні визначення. Реальний об'єкт і розрахункова схема. Схематизація властивостей матеріалу, геометрії об'єкта і дефектів. Зовнішні сили або навантаження. <i>СР: Побудова розрахункових моделей та схематизація геометрії, дефектів, зовнішніх силових факторів</i> <i>Література, основна: [8]</i> <i>Література допоміжна: [2, 3]</i>
2	Напружено-здеформований стан зварних металоконструкцій. Напруження. Переміщення і деформації. Види найпростіших деформацій. Внутрішні зусилля при розтягуванні-стисненні. <i>СР: Тензори напружень та деформацій. Види напружених та деформованих станів</i> <i>Література, основна: [2, 7, 8]</i>

	<i>Література допоміжна: [1-4]</i>
3	<p>Закони та принципи, покладені в основу розрахунку напружено-здеформованого стану металоконструкцій.</p> <p>Центральне розтягнення-стиснення. Принцип Сен-Венана. Напруження і деформації. Коефіцієнт Пуассона. Закон Гука. Модуль пружності. Напруження на похилих площадках.</p> <p><i>СР: Розрахунок напружено-здеформованого стану аналітичними та чисельними методами</i></p> <p><i>Література, основна: [8, 10(том2)]</i></p> <p><i>Література допоміжна: [2]</i></p>
4	<p>Властивості матеріалів при статичному навантаженні. Випробування матеріалів на розтяг-стиск. Характеристики міцності і пластичності. Ідеалізовані діаграми. Потенційна енергія деформації (повна, питома).</p> <p><i>СР: Експериментальні методи та нормативні документи, що регламентують визначення механічних властивостей матеріалів</i></p> <p><i>Література, основна: [5,8]</i></p> <p><i>Література допоміжна: [4(том3)]</i></p>
5	<p>Крихке та в'язке руйнування матеріалів.</p> <p>Діаграма стиску. Основні механічні характеристики. Особливості руйнування пластичних і крихких матеріалів при розтягуванні-стисненні маловуглецевої сталі і чавуну.</p> <p><i>СР: Методи визначення та особливості крихкого і в'язкого руйнування матеріалів</i></p> <p><i>Література, основна: [5, 8]</i></p> <p><i>Література допоміжна: [2, 4(том 1)]</i></p>
6	<p>Критерії крихкого руйнування металоконструкцій.</p> <p>Загальні поняття про теорії міцності. Критерій руйнування шляхом відриву (крихке руйнування). Короткі відомості про першу і другу теорії міцності. Теорія міцності Мора.</p> <p><i>СР: Теорії міцності та критерії крихкого руйнування матеріалів</i></p> <p><i>Література, основна: [7-9, 10 (том 1)]</i></p> <p><i>Література допоміжна: [3]</i></p>
7	<p>Граничний стан металоконструкцій при їх в'язкому руйнуванні.</p> <p>Критерій пластичного стану. Третя і четверта теорії міцності. Поняття про нові теорії міцності і механіку руйнування.</p> <p><i>СР: Визначення граничного стану та критерії вязкого руйнування матеріалів</i></p> <p><i>Література, основна: [7,8]</i></p> <p><i>Література допоміжна: [2]</i></p>
8	<p>Однопараметричні критерії та двокритеріальний підхід до оцінки конструкційної міцності металоконструкцій.</p> <p>Основні відомості про розрахунок конструкцій. Методи допустимих напружень та граничних станів. Однопараметричні критерії руйнування конструкцій з тріщинами і діаграма оцінки руйнування.</p> <p><i>СР: Особливості та приклади визначення конструкційної міцності зварних металоконструкцій</i></p> <p><i>Література, основна: [1,9]</i></p> <p><i>Література допоміжна: [3-6]</i></p>

5. Практичні заняття¹

Основні завдання циклу практичних занять є закріплення знань, що були одержані на лекційних заняттях.

¹ За наявності ПЗ

№ з/п	Назва теми заняття
1	Побудова розрахункових схем на прикладі балок, що працюють на розтяг-стискання (4 години)
2	Побудова розрахункових схем на прикладі балок, що працюють на згин та кручення (4 години).
3	Визначення механічних властивостей при статичному навантаженні та побудова діаграм «напруження-деформація» (4 години).

6. Семінарські заняття ²

Семінарські заняття навчальним планом не передбачені.

7. Лабораторні заняття ³

Лабораторні заняття навчальним планом не передбачені.

8. Самостійна робота ⁴

Робочою навчальною програмою кредитного модулю «Сучасні методи визначення характеристик структури та властивостей матеріалів» відведено 126 годин на самостійну роботу аспіранта, яка міститься у роботі над конспектом лекцій, монографіями, підручниками, науковими періодичними виданнями, базами наукової електронної інформації при підготовці до лекцій, практичних занять, та на підготовку до іспиту.

9. Контрольні роботи ⁵

Підсумковий контроль результатів навчання проводиться у формі екзамену.

10. Рейтингова система оцінювання результатів навчання ⁶

з кредитного модуля (дисципліни): «Основи конструкційної міцності», ОНП 5/II для спеціальності: 132 Матеріалознавство

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	кредити	академічних годин	Лекції	Практика	Лаб. заняття	СР аспіранта	МКР	РР	Семестрова атестація
4	4	120	18	12	-	90	-	-	Екзамен

² За наявності СЗ

³ За наявності ЛР, КП

⁴ За умови виділення певної частки навчального матеріалу на самостійне вивчення.

⁵ За наявності

⁶ Вимоги до РСО та методика її складання надані у Положенні про рейтингову систему оцінювання результатів навчання студентів / Уклад.: В. П. Головенкін. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 20 с.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує на:

1. питання, що кожен аспірант отримує у кінці кожного практичного заняття (час відповіді 15 хвилин);
2. відповідь при проведенні екзамену.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 2,4. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює $4 \times 12 = 48$ балів (*4 бали* - відповідь на питання, *2 бали* – неповна відповідь на питання, *0 балів* - відсутність відповіді)

2. Штрафні бали

Відсутність на лекції, або на практичному занятті без поважної причини **-1 бал**;

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 48 \text{ балів}$$

На екзамені аспіранти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних та одне практичне питання. Перелік питань наведено у робочій навчальній програмі. Кожне теоретичне питання оцінюється у 15 балів, а практичне у 22 бали.

Система оцінювання питань:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 14-15 балів (21-22 бали з практичного питання);
- «дуже добре» - майже повна відповідь (не менше 85% потрібної інформації) – 12-13 балів (19-20 бали з практичного питання);
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 11 балів (17-18 балів з практичного питання);
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 65% потрібної інформації та деякі помилки) – 10 балів (14-16 балів з практичного питання);
- «достатньо» - неповна відповідь із значними недоліками (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 9 балів (13 балів з практичного питання);
- «незадовільно» - загалом неправильна відповідь, або її відсутність – 0 балів.

Бали, отримані за екзаменаційну контрольну роботу підсумовуються:

$$R_E = 52 \text{ бали}$$

Сума стартових балів і балів за іспитову контрольну роботу переводиться до іспитової оцінки згідно з таблицею:

Бали $R_D = R_C + R_E$	Екзаменаційна оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
$R_C < 16$	Не допущено

11. Методичні рекомендації

Робоча навчальна програма складена з урахуванням направлення підготовки фахівця. Для послідовного та повного вивчення та засвоєння матеріалу вона складається з 3 пов'язаних між собою розділів. Особливу увагу слід приділяти не тільки засвоєнню конкретних теоретичних положень, а й практичному їх використанню. На основі одержаних знань аспіранти повинні сформулювати уявлення про основні тенденції розвитку сучасного теоретичного і прикладного матеріалознавства та оволодіти термінологією з наукового напрямку, що досліджується.

12. Рекомендована література

12.1 Базова:

1. Сварные конструкции. Основы проектирования конструкций. Под ред. Л.М. Лобанова. – Киев: Наукова думка, 1993. – 416 с.
2. Махненко В.И. Расчетные методы исследования кинетики сварочных напряжений и деформаций. – Киев: Наукова Думка, 1976. – 320 с.
3. Труфяков В.И. Усталость сварных конструкций. К.: Наукова думка, 1973. – 216 с.
4. Махненко В.И. Ресурс безопасной эксплуатации сварных соединений и узлов современных конструкций. – Киев: Наукова Думка, 2006. – 619 с.
5. Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений/ Б.С. Касаткин, А.Б. Кудрин, Л.М. Лобанов, В.А. Пивторак, П.И. Получин, Н.А. Чичинев. Киев: Наукова думка, 1981, - 584с.
6. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы: Пер. с англ.- М.: Мир, 1984. – 428 с.
7. Макклиток Ф., Аргон А. Деформация и разрушение материалов. М.: Мир, 1970. 443 с.
8. Опір матеріалів/ Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Є.С. – 2-ге видання доповнене і перероблене – Київ, «Вища школа», 2004. 653с.
9. Давид Брок. Основы механики разрушения. – М.: Металлургия, 1980. – 192 с.
10. Механіка руйнування та міцність матеріалів Том 1-11/Довідковий посібник під загальною редакцією В.В. Панасюка. – Львів.: Спослом, 2009. – 304 с.

12.2 Допоміжна:

1. Теория сварочных процессов. Под ред. В.В. Фролова. –М.: Высшая школа, 1988.– 660 с.
2. Работнов Ю.Н. Механика твердого деформируемого тела. – М.: «Наука», 1988. – 712 с.
3. Давид Брок. Основы механики разрушения. – М.: Металлургия, 1980. – 192 с.
4. Механіка руйнування та міцність матеріалів Том 1-11/Довідковий посібник під загальною редакцією В.В.Панасюка. – Львів.: Спослом, 2009. – 304 с.
5. Журнал «Проблемы прочности»- К. Институт проблем прочности НАН Украины, 2000-2020гг
6. Международный научно-технический и производственный журнал "Техническая диагностика и неразрушающий контроль". - К.: ИЭС им. Е.О. Патона, 1985-2020 гг.