ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»

КАФЕДРА Матеріалознавства та обробки матеріалів
(повна назва кафедри)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор з науково-педагогічної
та навчальної роботи
_____ Р. Б. Папірник
«25» вересня 2019 року

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика руйнування конструкційних матеріалів
(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 132 «Матеріалознавство»
(шифр і назва спеціальності)

освітньо-професійна програма «Прикладне матеріалознавство»
(назва освітньої програми)

освітній ступінь бакалавр
(ступень)

форма навчання денна
(денна, заочна, вечірня)

Розробник Іванцов Сергій Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна спрямована на вивчення поведінки конструкційних матеріалів під впливом різних умов навантаження. Розглядаються основні характеристики руйнування умови зміни механізмів руйнувань під час різноманітних умов експлуатації металічних конструкцій. Вивчаються основні засоби протидії поширенню тріщини в матеріалі.

2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

	Години	Кредити	Семестр	
			V	
Всього годин за навчальним планом, з них:	**90**	**3**	**90**	
Аудиторні заняття, у т.ч:	**50**		**50**	
лекції	36		36	
лабораторні роботи	14		14	
практичні заняття	–		–	
Самостійна робота, у т.ч:	**40**		**40**	
підготовка до аудиторних занять	14		14	
підготовка до контрольних заходів	10		10	
виконання курсового проекту або роботи	–		–	
опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	16		16	
підготовка до екзамену	–		–	
Форма підсумкового контролю			**Залік**	

3. СТИСЛИЙ ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни: ознайомлення студентів зі станом матеріалу під впливом зовнішнього навантаження. Основними характеристиками видів руйнувань та умов зміни механізмів руйнувань. Основними характеристиками руйнувань, які можуть виникати під час різноманітних умов експлуатації будівельних конструкцій. Основними правилами експертної оцінки руйнування конструкцій. Основними засобами гальмування тріщин.

Завдання дисципліни: засвоєння теоретичних основ із фізики процесів руйнування конструкційних матеріалів та здобуття практичних навичок із методів вивчення напруженого та деформованого станів, визначення типу руйнування.

Пререквізити дисципліни. Ця дисципліна базується на засвоєнні студентами наступних дисциплін: «Фізика», «Хімія», «Фізико - хімічні методи аналізу», «Матеріалознавство».

Постреквізити дисципліни: «Діагностика та дефектоскопія матеріалів та виробів», «Експертні дослідження причин руйнування будівельних матеріалів та інструментів», «Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів», «Нові методи зміцнення конструкційних матеріалів».

Компетентності.

Здатність критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання та обробки.

Здатність застосовувати сучасні методи і методики експерименту у лабораторних та виробничих умовах, уміння роботи із дослідницьким та випробувальним устаткуванням для вирішення завдань в галузі матеріалознавства.

Знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретних умов експлуатації.

Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність досліджень, технологічних процесів та інноваційних розробок з урахуванням невизначеності умов і вимог.

Знання основ дослідницьких робіт, стандартизації, сертифікації і акредитації матеріалів та виробів.

Розуміння обов'язковості дотримання професійних і етичних стандартів.

Здатність планувати і виконувати дослідження, обробляти результати експерименту з використанням сучасних інформаційних технологій, програмного забезпечення, інтерпретувати результати натурних або модельних експериментів.

Заплановані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

– володіти логікою та методологію наукового пізнання;

– демонструвати обізнаність та практичні навички в галузі технологічного забезпечення виготовлення матеріалів та виробів з них.

вміти:

– виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі проблеми і задачі;розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я, охорона навколишнього середовища, економіка) обмежень;

– розуміти та застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями, що приймаються при розв'язанні складних матеріалознавчих задач;

– використовувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико – механічних, електрофізичних, магнітних, оптичних і технологічних властивостей матеріалів;

– обґрунтовано призначати показники якості матеріалів та виробів.

Методи навчання практичний, наочний, словесний, робота з книгою

Форми навчання колективні

4. СТРУКТУРА (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб.	с.р
Змістовий модуль 1. Напружено-деформований стан. Крихке руйнування. В'язке руйнування. Змішані типи руйнування. Прикладні питання фізики руйнування					
Вимоги до матеріалів, які ставляться сучасним приладо - і машинобудуванням. Короткий історичний огляд розвитку фізики руйнування. Вимоги до матеріалів, які ставляться сучасним приладо - і машинобудуванням. Вплив хімічного складу, легування. Вплив тонкої кристалічної будови. Досягнення фізики твердого тіла. Теоретичні та експериментальні дослідження механічних властивостей матеріалів. Випробування на ударний вигин. Визначення твердості. Випробування при підвищених температурах. Виникнення кількісної спектроскопії. Виникнення рентгеноструктурного аналізу.	6	4	–	–	2
Пружна область. Закон Гука. Діаграма розтягу. Закон Гука. Коефіцієнт м'якості.	4	2	–	–	2
Напружений стан матеріалу. Напруження. Напружений стан. Сила. Одноосьове розтягання. Розподіл нормальних і дотичних напружень. Напружений стан в будь-якій точці тіла під навантаженням. Вибір головних напрямків. Головні напруження. Тензор та девіатор напружень. Трьохвісний напружений стан. Коло Мора для випадку одноосьового розтягання.	4	2	–	–	2
Деформований стан матеріалу. Деформація. Осьовий розтяг зразка. Однорідний та неоднорідний напружений стан. Дійсна та умовна деформація. Простий та чистий зсув. Кульковий тензор та девіатор деформацій. Коло Мора для деформацій.	4	2	–	–	2
Пластична деформація. Загальні особливості пластичної деформації. Пластична деформація ковзанням. Пластична деформація двойнікуванням.	4	2	–	–	2
Теоретичні закономірності крихкого руйнування. Теоретична міцність металів. Загальні положення теорії дефектів кристалічної будови металевих матеріалів. Абсолютно крихкі матеріали. Теорія Грифітса. Рішення Нейбера.	4	2	–	–	2
Загальні особливості крихкого руйнування сталевих конструкцій. Крихке руйнування пластичних матеріалів. Деякі загальні особливості крихкого руйнування заліза і сталі. Залежність сил взаємодії від міжатомної відстані. Схеми утворення крихких тріщин.	8	4	–	2	2

Модель злиття дислокацій. Модель загальмованого зсуву. Модель виникнення крихкої тріщини при перетинанні площин ковзання дислокацій. Утворення тріщини біля субграниці. Повільний ріст крихкої тріщини. Модель Орована. Модель Паркера. Модель Котрела. Модель Орлова. Швидке поширення крихких тріщин. Вплив пластичної деформації. Галуження крихкої тріщини. Теорія Йоффе.					
Структурні особливості крихкого руйнування. Фрактографія. Характерні площини транскристалітного руйнування в ОЦК решітках. Види поверхонь зломів при руйнуванні зрізом і відколом. Застосовність термінів «крихке» і «в'язке» руйнування. Класифікація транскристалітних руйнувань. Крихке руйнування пластичних матеріалів.	8	4	–	2	2
Загальні особливості в'язкого руйнування сталевих конструкцій. Особливості в'язкого руйнування. Типи пластичного руйнування зразків. Тип руйнування, характерний монокристалам. Руйнування типу конус-чашечка. Початкова стадія руйнування за типом конус-чашечка. Друга стадія процесу пластичного руйнування. Утворення конічної частини зламу.	8	4	–	2	2
Основні стадії в'язкого руйнування. Злиття мікро порожнин. Формування загального виду зламу типа конус-чашечка. Перехід від в'язкого руйнування до крихкого. Аналіз серіальних кривих.	6	2	–	2	2
Змішані типи руйнування. Втомлене руйнування. Руйнування під впливом зовнішніх факторів. Корозійне руйнування. Водневе розтріскування.	8	4	–	2	2
Прикладні питання фізики руйнування. Надійність будівельних конструкцій. Аналіз умов зовнішнього навантаження. Тріщиностійкість. Руйнування конструкцій під час експлуатації. Гальмування розповсюдження тріщини. Приклади експертної оцінки руйнування.	10	4	–	4	2
Розрахунок напруженого стану. Методики розрахунку шарового тензора напруженого стану. Методики розрахунку дивіатора напруженого стану. Розрахунок деформованого стану. Методики розрахунку шарового тензора деформованого стану. Методики розрахунку дивіатора деформованого стану. Методи вивчення напруженого та деформованого станів. Метод ділильних сіток	16	–	–	–	16

для визначення напруженого стану. Метод тензометрії для визначення напруженого стану. Метод оптично чутливих плівок для визначення напруженого стану. Фрактографія. Змішані типи руйнування. Руйнування, що відбувається завдяки взаємодії з рідкими металами. Адсорбційний ефект. Руйнування, що відбувається внаслідок дії підвищених температур. Повзучість. Методи виявлення тріщин. Візуально-оптичні методи. Капілярні методи. Віхреструмові методи. Магнітні методи. Акустичні методи. Радіаційні методи.					
Разом за змістовим модулем 1	**90**	**36**	**–**	**14**	**40**
Усього годин	**90**	**36**	**–**	**14**	**40**

5. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1-2	Вимоги до матеріалів, які ставляться сучасним приладо- і машинобудуванням	4
3	Пружна область. Закон Гука.	2
4	Напружений стан.	2
5	Деформований стан матеріалу.	2
6	Пластична деформація.	2
7	Теоретичні закономірності крихкого руйнування.	2
8-9	Загальні особливості крихкого руйнування сталевих конструкцій	4
10-11	Структурні особливості крихкого руйнування.	4
12-13	Загальні особливості в'язкого руйнування сталевих конструкцій.	4
14-15	Основні стадії в'язкого руйнування	4
16	Змішані типи руйнування.	2
17-18	Прикладні питання фізики руйнування	4

6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
	Навчальний план не передбачає	

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1-2	Кінетика руйнування конструкційних матеріалів	4
3-4	Вплив неметалевих включень на кінетику руйнування матеріалів	4
5-7	Виявлення на загально в'язкому зламі ділянок квазікрихкого руйнування	6

8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Вид роботи / Назва теми	Кількість годин
	підготовка до аудиторних занять	14
	підготовка до контрольних заходів	10
	виконання курсового проекту або роботи	–
	опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях:	16
	Розрахунок напруженого стану. Методики розрахунку шарового тензора напруженого стану. Методики розрахунку дивіатора напруженого стану. Методики розрахунку повного тензора напруженого стану. Методики побудови кругів Мора напруженого стану.	4
	Розрахунок деформованого стану. Методики розрахунку шарового тензора деформованого стану. Методики розрахунку дивіатора деформованого стану. Методики розрахунку повного тензора деформованого стану. Методики побудови кругів Мора деформованого стану.	4
	Методи вивчення напруженого та деформованого станів. Метод ділильних сіток для визначення напруженого стану. Метод тензометрії для визначення напруженого стану. Метод оптично чутливих плівок для визначення напруженого стану. Фрактографія.	4
	Змішані типи руйнування. Руйнування, що відбувається завдяки взаємодії з рідкими металами. Адсорбційний ефект. Руйнування, що відбувається внаслідок дії підвищених температур. Повзучість.	2
	Методи виявлення тріщин. Візуально-оптичні методи. Капілярні методи. Віхреструмові методи. Магнітні методи. Акустичні методи. Радіаційні методи.	2
	підготовка до екзамену	–

9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Письмовий, усний

10. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Змістовий модуль 1. Напружено-деформований стан. Крихке руйнування. В'язке руйнування. Змішані типи руйнування. Прикладні питання фізики руйнування

Максимальна оцінка за змістовий модуль – 100 балів. Оцінка змістового модульного контролю складається з:

- присутності студента на лекціях – максимальна кількість – 36 балів;
- лабораторні роботи – максимальна кількість – 24 бали;
- контрольної роботи (максимальна кількість 40 балів).

Присутності студента на лекціях – 2 бали за лекцію, якщо студент не був присутнім 0 балів.

Лабораторна робота. Максимальна кількість балів – 24. Загальна кількість лабораторних робіт – 3 (8 балів за кожну лабораторну роботу). За кожну лабораторну роботу **нараховують:**

- студент повністю розкрив суть питання, надав правильні теоретичні тлумачення експериментальним даним – 8 балів;

- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені неправильні обґрунтування експериментальних даних – 7-5 балів;
- студент не відповідав на запитання викладача, але брав участь у обговоренні питань – 4-1 бали;
- за повну відсутність відповіді – 0 балів.

Контрольна робота складається з чотирьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 10 балів. На кожне питання поточного контролю **нараховують**

- студент повністю розкрив суть питання, надав правильні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 10 балів;
- студент розкрив суть питання, але схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій – 9-7 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені неправильні тлумачення явищ та відповідних процесів – 6-4- бали;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) –3-1 бал;
- за повну відсутність відповіді – 0 балів.

Підсумкова оцінка з дисципліни визначається як сума показників змістового модуля 1.

Порядок зарахування пропущених занять: захист реферату за темою пропущеного заняття з лекційного курсу або відпрацьовування пропущеного практичного заняття шляхом виконання завдання згідно з тематикою практичного заняття.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1.Берштейн М. А., Займовский В. А. Механические свойства материалов. – М.: Металлургия, 1979. – 495 с.

2.Финкель В. М. Физика разрушения. – М.: Металлургия, 1970. – 376 с.

3.Фридман Я. Б. Механические свойства металлов. – М.: Машиностроение, 1974. – Ч.1.– 482с.

4.Золотаревский В. С. Механические свойства металлов. – М.: Металлургия, 1983.– 431 с.

Допоміжна

1. Малинин Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. М.: Машиностроение, 1968. – 399с.

2. Прикладные вопросы вязкости разрушения / Под. ред. Б. А. Дроздоввкого. М.: Мир, 1968. – 552с.

3. Разрушение. Том 1. Микроскопические и макроскопические основы механики разрушения. / Под. ред. Г. Либовица. М.: Мир, 1973. – 616с.

4. Партон В. З. Механика разрушения. От теории к практике. М.: Наука, 1990. – 240с.

5. Партон В. З., Барковский В.Г. Динамика хрупкого разрушения. М.: Машиностроение, 1988. – 240с.

6. Надаи А. Пластичность и разрушение твердых тел [Пер. с англ. По ред. Г.С. Шапиро]. М.: Из-во иностр. Лит-ры, 1954. – 647с.

12. INTERNET-РЕСУРСИ

1. http://ru.wikipedia.org/wiki/Механика_разрушения_твёрдых_тел
2. http://www.kokch.kts.ru/me/m3r/
3. http://mysopromat.ru/uchebnye_kursy/mehanika_razrusheniya/
4. http://www.ph4s.ru/book_razrushenie.html
5. http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_tech/2720/Механика
6. http://mlinfo.ru/destruction/
7. http://www.spbrc.nw.ru/ru/councils/mechanics/special/durability
8. http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_63292
9. http://www.studfiles.ru/dir/cat40/subj1484.html
10. http://ru.wikipedia.org/wiki/Линейно-упругая_механика_разрушения
11. http://www.vokb-la.spb.ru/contents/44/index.html

Розробник _____ (С. В. Іванцов)
(підпис)

Гарант освітньої програми _____ (Д. В. Лаухін)
(підпис)

Силабус затверджено на засіданні кафедри
матеріалознавства та обробки матеріалів
Протокол від « 16 » вересня 2019 року № 03