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
«23» вересня 2019 року

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теоретичні основи розробки сучасних будівельних систем та технологія виготовлення виробів для цих систем
(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 132 «Матеріалознавство»
(шифр і назва спеціальності)

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

освітній ступень магістр
(ступень)

форма навчання денна
(денна, заочна, вечірня)

Розробник ВАХРУШЕВА Віра Сергіївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна спрямована на вивчення основних положень і задач виробництва будівельних матеріалів, видів і особливостей будівельних процесів при зведенні будівель і споруд, потрібні ресурси; вимоги до якості будівельної продукції і методи її забезпечення. Фізичних основ створення будівельних сталей високої міцності. Використання різних механізмів легування та зміцнення. Нові методи та підходи до виготовлення сучасних будівельних систем.

2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

	Години	Кредити	Семестр	
			I	
Всього годин за навчальним планом, з них:	120	4	120	
Аудиторні заняття, у т.ч:	38		38	
лекції	22		22	
лабораторні роботи	-		-	
практичні заняття	16		16	
Самостійна робота, у т.ч:	82		82	
підготовка до аудиторних занять	10		10	
підготовка до контрольних заходів	15		15	
виконання курсового проекту або роботи	15		15	
опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	12		12	
підготовка до екзамену	30	1	30	
Форма підсумкового контролю			Екзамен	

3. СТИСЛИЙ ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни: формування у студентів загальних уявлень щодо основних факторів, що мають місце при розробці матеріалів для будівельних конструкцій, у тому числі відповідального призначення.

Завдання дисципліни: оволодіння студентами загальними принципами вибору системи легування сталей для сучасних металевих будівельних конструкцій. Вміння встановлювати взаємозв'язок між комплексом властивостей металопрокату, його структурою та режимом термомеханічної обробки, за яким він виробляється.

Пререквізити дисципліни. Курс лекцій з цієї дисципліни базується на засвоєнні студентами наступних дисциплін: «Металознавство та обробка матеріалів»; «Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів»; «Методи структурного аналізу матеріалів»; «Будівельне матеріалознавство»; «Теорія процесів формування структури та властивостей конструкційних матеріалів».

Постреквізити:

1. Підготовка до підсумкової атестації. Атестація здійснюється у формі публічного захисту дипломної роботи.
2. Доступ до навчання за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти.

Компетентності. Здатність генерувати нові ідеї та реалізовувати їх у вигляді обґрунтованих інноваційних рішень; здатність працювати автономно та в команді, у тому числі у складі багатопрофільної групи фахівців; Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

Заплановані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

1. Поняття будівельних систем.
2. Прокат для будівельних конструкцій сучасних будівельних систем.
3. Умови експлуатації металевих конструкцій.
4. Вимоги до комплексу експлуатаційних властивостей сталей для будівельних конструкцій.
5. Технологічні властивості сталі для будівельних конструкцій.
6. Призначення конструкції.
7. Технологічність виготовлення конструкції.
8. Загальна форма конструкції.
9. Зміцнення за рахунок формування твердих розчинів.
10. Зміцнення за рахунок дисперсних часток другої фази.
11. Вимоги до комплексу експлуатаційних властивостей сталей для будівельних конструкцій.
12. Зміцнення за рахунок зменшення розміру зерна.
13. Вплив вмісту вуглецю на властивості сплавів на основі заліза.
14. Вплив вмісту азоту на властивості сплавів на основі заліза.
15. Вплив вмісту кремнію на властивості сплавів на основі заліза.
16. Вплив вмісту міді на властивості сплавів на основі заліза.
17. Вплив вмісту марганцю на властивості сплавів на основі заліза.
18. Вплив вмісту молібдену на властивості сплавів на основі заліза.
19. Вплив вмісту нікелю на властивості сплавів на основі заліза.
20. Вплив вмісту алюмінію на властивості сплавів на основі заліза.
21. Вплив вмісту хрому на властивості сплавів на основі заліза.
22. Вплив вмісту фосфору на властивості сплавів на основі заліза.
23. Вплив вмісту ніобію, ванадію і титану на властивості сплавів на основі заліза.
24. Технологічна схема гарячої прокатки.
25. Технологічна схема контрольованої прокатки.
26. Технологічна схема рекристалізаційної контрольованої прокатки.

27. Вплив деформації на структуру.
28. Загальні положення теорії деформації аустеніту.
29. Динамічне повернення.
30. Динамічна рекристалізація.
31. Структурні змінення на кінцевої стадії гарячій деформації.
32. Прискорене охолодження після деформації.
33. Загальні уявлення щодо деформації в двохфазній області.
34. Вплив деформації в двохфазній області на комплекс властивостей металопрокату.
35. Прискорене охолодження після гарячої деформації.
36. Загальні уявлення щодо термічної операції відновлення.
37. Первинна рекристалізація.
38. Основні стадії процесу відпуску.
39. Технологічні та експлуатаційні властивості і опит застосування будівельних сталей підвищеної та високої міцності.

вміти:

1. Аналізувати умови експлуатації сучасних будівельних конструкцій.
2. На підставі аналізу умов експлуатації обирати комплекс властивостей металопрокату для будівельної конструкції.
3. На підставі отриманого комплексу експлуатаційних властивостей обирати структуру металопрокату.
4. Задавати режим термічної обробки для одержання обраної структури.
5. Аналізувати основні стадії обраного режиму виробництва металопрокату для будівельних конструкцій.

Методи навчання:

1. Методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності (пояснення, інструктаж, розповідь, лекція, бесіда, робота з підручником; ілюстрування, демонстрування, самостійне спостереження, вправи, лабораторні, практичні і дослідні роботи);

2. Методи стимулювання навчальної діяльності (навчальна дискусія, забезпечення успіху в навчанні, пізнавальні ігри, створення ситуації інтересу у процесі викладення, створення ситуації новизни, опора на життєвий досвід студента; стимулювання обов'язку і відповідальності в навчанні);

3. Методи контролю і самоконтролю у навчанні (усний, письмовий, тестовий, графічний, програмований, самоконтроль і самооцінка).

Форми навчання: індивідуальні, групові, фронтальні, 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. Принципи, що полягають в основи розробки сучасних будівельних сталей.					
Поняття будівельних систем. Застосування металевих конструкцій у багатоповерховому будівництві. Прокат для будівельних конструкцій сучасних будівельних систем виробництва. Призначення конструкцій.	**12**	**2**	**8**	**-**	**2**
Аналіз умов експлуатації металевих конструкцій. Вимоги до комплексу експлуатаційних властивостей сталей для будівельних конструкцій. Методи визначення експлуатаційних властивостей. Оцінка міцності та пластичності, опір крихкому руйнуванню,	**4**	**2**	**-**	**-**	**2**

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
втомної міцності та довговічності.					
Теоретичні основи вибору систем легування сталей для будівельних конструкцій. Вплив легуючих елементів на структуру та комплекс властивостей сучасних будівельних сталей. Вплив вмісту вуглецю на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту азоту на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту кремнію на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту міді на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту марганцю на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту молібдену на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту нікелю на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту алюмінію на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту хрому на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту фосфору на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту ніобію, ванадію і титану на властивості сплавів на основі заліза.	**4**	**2**	**-**	**-**	**2**
Класифікація і хімічний склад сталей для будівельних конструкцій. Класифікація по структурному признаку та рівно механічних властивостей у готовому прокаті. Марки сталей у нормативній документації України та зарубіжних стандартах. Класифікація сталей для магістральних трубопроводів.	**4**	**2**	**-**	**-**	**2**
Основні механізми зміцнення сучасних будівельних сталей. Зміцнення за рахунок формування твердих розчинів. Зміцнення за рахунок дисперсних часток другої фази. Зміцнення за рахунок підвищення щільності дислокацій. Зміцнення за рахунок зменшення розміру зерна.	**7**	**2**	**-**	**-**	**5**
Формування структури будівельних сталей при різних умовах термомеханічної обробки. Взаємозв'язок між структурою та комплексом властивостей будівельних сталей. Вплив пластичної деформації на процеси формування структури будівельних сталей.	**6**	**-**	**-**	**-**	**6**
Разом за змістовим модулем 1	**37**	**10**	**8**	**-**	**19**
Змістовий модуль 2. Технологія виробництва сучасних будівельних сталей.					
Види руйнування сталей. Механічні характеристики та робота сталей під навантаженням. Міцність при статичному навантаженні. Діаграми розтягу. Фактори окрихчування. Механізм розповсюдження крихких тріщин у сталях з феріто-перлітної та	**14**	**4**	**8**	**-**	**2**

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
бейнітної структури.					
Технологічні властивості сталей для металевих конструкцій. Холодна механічна обробка сталей підвищеної міцності. Обробка різанням та давленням. Зварюванність термічно-зміцненної сталі.	**4**	**2**	**-**	**-**	**2**
Технологія виготовлення сучасних будівельних сталей. Сучасні способи виплавки, розкислення та розливки. Основні технологічні схеми одержання металопрокату для сучасних будівельних конструкцій. Технологічна схема гарячої прокатки. Технологічна схема контрольованої прокатки. Технологічна схема рекристалізаційної контрольованої прокатки. Технологічна схема рекристалізаційної контрольованої прокатки.	**4**	**2**	**-**	**-**	**2**
Механізми та технологія термічної обробки будівельних сталей Будівельні сталі підвищеної та високої міцності. Деформація аустеніту. Загальні положення теорії деформації аустеніту. Динамічне повернення. Динамічна рекристалізація. Структурні змінення на кінцевої стадії гарячої деформації. Прискорене охолодження після деформації. Деформація в двохфазній області. Загальні уявлення щодо деформації в двохфазній області. Деформація фериту. Механічне двойнікування. Деформація цементиту. Вплив деформації в двохфазній області на комплекс властивостей металопрокату. Прискорене охолодження після деформації.	**4**	**2**	**-**	**-**	**2**
Технологічні та експлуатаційні властивості і опит застосування будівельних сталей підвищеної та високої міцності. Економічна цілеспрямованість та технічна потреба при застосуванні сталей. Приклади застосування сталей підвищеної та високою міцності. Використання сталей підвищеної та високою міцності в магістральних нафта- та газопроводах.	**6**	**2**	**-**	**-**	**4**
Вплив зовнішніх факторів на руйнування сталевих будівельних конструкцій. Теоретичні основи вибору системи легування сталей для будівельних металевих конструкцій. Розробка режиму термічної обробки сталей для металевих будівельних конструкцій, у тому числі відповідального призначення.	**6**	**-**	**-**	**-**	**6**
Разом за змістовим модулем 2	**38**	**12**	**8**	**-**	**18**
Змістовий модуль 3. *(курсова робота).* Загальні принципи розробки сучасних					

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
сталей для будівельних конструкцій з урахуванням умов експлуатації.					
Теоретичні основи вибору системи легування сталей для будівельних металевих конструкцій. Розробка режиму термічної обробки сталей для металевих будівельних конструкцій, у тому числі відповідального призначення.	**15**	**-**	**-**	**-**	**15**
Разом за змістовим модулем 3	**15**	**-**	**-**	**-**	**15**
Підготовка до екзамену	**30**	**-**	**-**	**-**	**30**
Усього годин	**120**	**22**	**16**		**82**

5. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1	Поняття будівельних систем. Застосування металевих конструкцій у багатоповерховому будівництві.	2
2	Аналіз умов експлуатації металевих конструкцій. Вимоги до комплексу експлуатаційних властивостей сталей для будівельних конструкцій. Методи визначення експлуатаційних властивостей. та довговічності.	2
3	Теоретичні основи вибору систем легування сталей для будівельних конструкцій.	2
4	Класифікація і хімічний склад сталей для будівельних конструкцій.	2
5	Основні механізми зміцнення сучасних будівельних сталей.	2
6,7	Види руйнування сталей. Механічні характеристики та робота сталей під навантаженням.	4
8	Технологічні властивості сталей для металевих конструкцій.	2
9	Технологія виготовлення сучасних будівельних сталей. Сучасні способи виплавки, розкислення та розливки. Основні технологічні схеми одержання металопрокату для сучасних будівельних конструкцій.	2
10	Механізми та технологія термічної обробки будівельних сталей.	2
11	Технологічні та експлуатаційні властивості і опит застосування будівельних сталей підвищеної та високої міцності.	2

6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1-4	Вибір системи легування будівельної сталі з урахуванням наступних умов експлуатації металевої конструкції з цієї сталі.	8
5-8	Розробка режиму виробництва металопрокату для будівельних металевих конструкцій, у том числі відповідального призначення.	8

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
	Навчальний план не передбачає	

8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Вид роботи / Назва теми	Кількість годин
	підготовка до аудиторних занять	10
	підготовка до контрольних заходів	15
	виконання курсової роботи 1. Теоретичні основи вибору системи легування сталей для будівельних металевих конструкцій. 2. Розробка режиму термічної обробки сталей для металевих будівельних конструкцій, у тому числі відповідального призначення.	15
	опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях: **1.** Формування структури будівельних сталей при різних умовах термомеханічної обробки. **2.** Взаємозв'язок між структурою та комплексом властивостей будівельних сталей. **3.** Вплив пластичної деформації на процеси формування структури будівельних сталей. **4.** Вплив зовнішніх факторів на руйнування сталевих будівельних конструкцій. **5.** Теоретичні основи вибору системи легування сталей для будівельних металевих конструкцій. **6.** Розробка режиму термічної обробки сталей для металевих будівельних конструкцій, у тому числі відповідального призначення.	12
	підготовка до екзамену	30

9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Письмовий, усний.

10. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Змістовий модуль 1. Принципи, що полягають в основи розробки сучасних будівельних сталей.

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

- присутності студента на лекціях – максимальна кількість – 32 бали;
- практичні заняття - максимальна кількість – 20 балів;
- контрольної роботи (максимальна кількість 48 балів).

Присутності студента на лекціях – 4 бали за лекцію, якщо студент активно брав участь в обговоренні теми лекції – 4 бали, якщо неактивний був – 3-1 бал, якщо студент не був присутнім 0 балів.

Практичні заняття. Максимальна кількість балів - 20. Загальна кількість практичних занять – 1 (20 балів за практичне заняття). За практичне заняття нараховують:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення експериментальним даним - 20 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні обґрунтування експериментальних даних – 19 - 10 балів;
- студент не відповідав на запитання викладача, але брав участь у обговоренні питань - 9-1 бал;

- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

Контрольна робота складається з трьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 16 балів. На кожне питання поточного контролю **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 16 балів;
- схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій - 15-8 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення явищ та відповідних процесів -7- 5 балів;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) - 4-1 бал;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

Змістовий модуль 2. Технологія виробництва сучасних будівельних сталей.

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

- присутності студента на лекціях – максимальна кількість – 32 бали;
- практичні заняття - максимальна кількість – 20 балів;
- контрольної роботи (максимальна кількість 48 балів).

Присутності студента на лекціях – 4 бали за лекцію, якщо студент активно брав участь в обговоренні теми лекції – 4 бали, якщо неактивний був – 3-1 бал, якщо студент не був присутнім 0 балів.

Практичні заняття. Максимальна кількість балів - 20. Загальна кількість практичних занять – 1 (20 балів за заняття). За практичне заняття нараховують:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення експериментальним даним - 20 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні обґрунтування експериментальних даних – 19 - 10 балів;
- студент не відповідав на запитання викладача, але брав участь у обговоренні питань - 9-1 бал;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

Контрольна робота складається з трьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 16 балів. На кожне питання поточного контролю **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 16 балів;
- схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій - 15-8 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення явищ та відповідних процесів -7- 5 балів;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) - 4-1 бал;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

Змістовий модуль 3. ***(курсова робота).*** **Загальні принципи розробки сучасних сталей для будівельних конструкцій з урахуванням умов експлуатації.**

Максимальна оцінка за *курсова робота* – 100 балів. Курсова робота складається з двох рівноважних розділів. Максимальна кількість балів за кожен розділ – 50 балів. На кожен розділ курсової роботи нараховують:

- за повністю викладений розділ – 50 балів;

- розрахункова частина розділу має не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація – 49-30 балів;
- студент виконав експериментальні розрахунки, але у відповіді допущені невірні тлумачення – 29-11 балів;
- студент неповністю виконав завдання розділу курсової роботи, у відповіді допущені груби помилки – 10-1 балів;
- за повну відсутність розрахункової частини – 0 балів.

Екзамен

Екзаменаційна робота складається з чотирьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 25 балів. На кожне питання екзаменаційної роботи **нараховують:**

- повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 25 балів;
- схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій – 24-18 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення явищ та відповідних процесів – 17-10 балів;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) – 9-1 балів;
- за повну відсутність відповіді – 0 балів.

Підсумкова оцінка з дисципліни визначається як середнє арифметичне між оцінками за змістовий модуль 1, 2 та екзамен.

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

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Скороходов В.Н., Одесский П.Д., Рудченко А.В. Строительная сталь. М. Металлургиздат, 2002. – 622 с.
2. Гуляев А.П. Металловедение. М.: Металлургия, 1967. – 647 с.
3. Большаков В.І., Береза О.Ю., Харченко В.І. Прикладне матеріалознавство. Підручник. Дн-вск, РВА «Днипро-VAL», 2000. – 292 с.
4. Большаков В.И., Сухомлин Г.Д., Погребная Н.Э. Атлас структур металлов и сплавов. - Дн-вск: Gaudeamus, 2001. – 115 с.
5. Большаков В.И.,Сухомлин Г.Д., Лаухин Д.В. Атлас металлов и сплавов. Учебное пособие. ГВУЗ «Приднепровская государственная академія строительства и архитектуры», 2010 г. – 174 с.
6. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. М.: Металлургия, 1986. – 479 с.

Допоміжна

1. Пикеринг Ф.Б. Физическое металловедение и разработка сталей. М.: Металлургия, 1982. – 184с.
2. Стародубов К.Ф. и др. Термическое упрочнение проката. М.: Металлургия, 1970. – 384 с.
3. Бунин К.П., Мовчан В.И., Шаповалов В.И. Металлография железо-углеродистых сплавов. Днепропетровск: ДМетИ, 1974. – 160 с.
4. Лахтин Л.И. Основы металловедения. М.: Металлургиздат, 1957. – 458 с.
5. Металловедение и термическая обработка стали. Справочник. Том 2: Основы

термической обработки. [Под ред. М.Л. Бернштейна, А.Г. Рахштадта]. М.: Металлургия, 1983. – 368 с.

6. Металловедение и термическая обработка стали. Справочник. Том 3: Термическая обработка металлопродукции. [Под ред. М.Л. Бернштейна, А.Г. Рахштадта]. М.: Металлургия, 1983. – 368 с.

12. INTERNET-РЕСУРСИ

1. http://www.complexdoc.ru/ntdtext/481720/2
2. http://www.moluch.ru/archive/26/2830/
3. http://www.findpatent.ru/patent/207/2073780.html
4. http://www.splav.kharkov.com/main.php
5. http://www.splav.kharkov.com/choose_type.php
6. http://www.met-trans.ru/Marochnik-stali
7. http://www.polukrovka.ru/materials/information.shtml
8. http://www.pandia.ru/466608/
9. http://gptstal.ru/stati/sovremennye-texnologii-proizvodstva-metallokonstrukcij/

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

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

Силабус затверджено на засіданні кафедри
матеріалознавства та обробки матеріалів
Протокол від «16» 09 2019 року № 3