

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ**

**РОБОЧА ПРОГРАМА,  
методичні вказівки і індивідуальні завдання  
до вивчення дисципліни  
«Процеси та машини обробки тиском» для студентів  
спеціальності 136 – Металургія,  
освітня програма «обробка металів тиском»  
(магістерський рівень)**

Друкується за планом видань навчальної та методичної літератури,  
затвердженим Вченої ради НМетАУ  
Протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_

**Дніпропетровськ НМетАУ 2019**

УДК 621.7

Робоча програма, методичні вказівки і індивідуальні завдання до вивчення дисципліни «Процеси та машини обробки тиском» для студентів спеціальності 136 – Металургія, освітня програма «обробка металів тиском» (магістерський рівень). Укл. Я.В. Фролов. – Дніпро: НМетАУ, 2019. - 18 с

Наведені рекомендації до вивчення дисципліни “Процеси та машини обробки тиском”; мета і завдання дисципліни; необхідний обсяг знань і умінь студентів у результаті її вивчення; методичні вказівки до вивчення кожного з розділів і література, що рекомендується; питання для самоконтролю, а також варіанти індивідуальних завдань, що виконують студенти в процесі вивчення дисципліни.

Призначені для студентів заочної форми навчання, які навчаються за спеціальністю 136 «Металургія» (МЕ907) освітній рівень «Магістр»

Укладачі: В.О. Гринкевич, докт. техн. наук, проф., Я.В. Фролов, докт. техн. наук, проф.

Відповідальний за випуск: Я. В. Фролов, докт. техн. наук, проф.

Рецензент Г.Г. Шломчак, докт. техн. наук, проф. (НМетАУ)

## ВСТУП

Дисципліна «Процеси та машини обробки тиском» є спеціальною навчальною дисципліною, що викладається студентам, які навчаються за спеціальністю 136 «Металургія» (ME907) освітній рівень «Магістр».

Вивчення дисципліни вимагає знання наступних дисциплін освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»: «Теоретичні основи технологічних процесів обробки металів тиском», «Конструкції технологічних агрегатів за фахом», «Особливості технологічних процесів».

Робоча програма складена на основі рекомендаційної програми для даної спеціальності і відбиває тенденції, що визначилися останнім часом, а саме: підвищення частки самостійної роботи при вивченні дисципліни, виявлення усіх взаємозв'язків між окремими явищами процесу пластичної деформації, розвиток практичних навичок рішення технічних завдань і т.п.

Мета викладання дисципліни полягає у вивченні процесів та машин обробки металів тиском, зокрема основних фізичних і математичних закономірностей процесів пластичного деформування та формозміни заготовки, що обробляється, сил, що діють у зоні деформації, калібровок інструменту та ін. Отримані знання є основою для рішення таких практичних завдань, як визначення оптимального деформаційного та термічного режиму обробки, кінематичних параметрів, розрахунку сил і напружень, калібрування інструменту.

Вивчення дисципліни «Процеси та машини обробки тиском» повинне мати своїм результатом:

1. Знання студентами класифікації процесів та машин обробки тиском, переваг та недоліків окремих процесів, повний асортимент продукції, що виробляється.

2. Ясне розуміння студентами основного кола завдань, що виникають під час обґрунтування та розробки технологічних процесів, методів і технічних засобів, що застосовуються при їхньому проектуванні.

3. Студенти повинні мати навички наукового підходу, застосування положень теорії пластичності та обробки тиском для розв'язання практичних завдань та комплексно уявляти проблеми, поставлені у зв'язку

з модернізацією процесів на базі підвищення якості продукції, зниження витрат металу та енергії на виробництво продукції.

4. Вивчення дисципліни розширює і поглиблює знання закономірностей і особливостей процесів обробки металів тиском, вміння проводити науковий аналіз процесів.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен знати: особливості, переваги та недоліки процесів обробки тиском, особливості технологічного устаткування, наукові та інженерні принципи і методики визначення деформаційних, кінематичних і енергосилових параметрів процесів; калібрування інструмента.

Студент повинний вміти: оцінити схеми напруженого та деформованого стану, термічний режим, встановити схему сил, що діють на метал і інструмент в зоні деформації; дати математичні описи закономірностей процесу деформації, визначити енергосилові параметри.

Після вивчення дисципліни «Процеси та машини обробки тиском» студент повинен добре орієнтуватись у процесах та машинах обробки тиском та основних етапах технологічних процесів, принципах конструкції устаткування.

Основу дисципліни складає вивчення основних фізичних та механічних закономірностей процесу пластичного деформування й одержання певних навичок наукового аналізу для розв'язання практичних завдань на базі знань цих закономірностей.

Студенти заочного факультету матеріал програми вивчають самостійно, а лекції, що викладаються їм, носять допоміжний характер і ні в якому разі не можуть замінити підручники.

Більш глибоке вивчення матеріалу програми вимагає читання рекомендованої нижче літератури, що є одним з видів самостійної роботи.

По даній дисципліні студентами виконуються практичні заняття і індивідуальне завдання. Індивідуальне завдання повинно бути передано до кафедри обробки металів тиском за місяць до початку екзаменаційної сесії. Після перевірки індивідуального завдання викладачем, необхідно врахувати всі зазначені зауваження та внести необхідні виправлення.

## 1. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Відповідно до навчального плану дисципліну «Процеси та машини обробки тиском» вивчають студенти спеціальності 136 – Металургія, освітня програма «Обробка металів тиском». Загальний обсяг дисципліни для студентів заочної форми навчання складає 180 академічних годин. Розподіл годин за семестрами, видами занять і видами контролю представлено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Розподіл навчальних годин за семестрами, видами занять та видами контролю

Усього годин	Види занять					Види контролю
	Аудиторні, годин	Лекції, годин	Лабораторні роботи, годин	Практичні заняття, годин	Самостійна робота, годин	Індивідуальне завдання. Іспит
180	24	16	4	4	156	

Робоча навчальна програма дисципліни з темами занять та методичними вказівками до лекційного матеріалу наведена в розділі 3.

Передбачені програмою лабораторні і практичні заняття, їх теми та відведений аудиторний час на їхнє виконання наведено в розділі 4.

При вивченні дисципліни «Процеси та машини обробки тиском» планується контрольована викладачем самостійна робота, що передбачає:

- самостійне вивчення розділів дисципліни, що не викладаються на лекціях;
- підготовку до практичних занять;
- вивчення лекційного матеріалу;
- виконання індивідуальних завдань.

Варіанти завдань і методичні вказівки для їх виконання наведено в розділі 5. Індивідуальне завдання повинне бути захищено при особистій співбесіді з викладачем.

## **2. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

### **Основна**

1. В.М. Данченко, В.О. Гринкевич, О.Н. Головкин Теорія процесів обробки металів тиском: Підручник з грифом МОН України (№ 14/18-Г-10). - Дніпропетровськ, Пороги, 2008. – 370с
2. Зильберг Ю.В. Теория пластического течения твердых тел: Учеб. пособие.- Днепропетровск, 1987. - 96 с.
3. Теория обработки металлов давлением / Сторожев М.В., Попов Е.А. - 3-е изд.- М.: Машиностроение, 1971. - 424 с.
4. Грудев А.П. Теория прокатки. – М.: Металлургия, 1988. – 240 с.
5. Губкин С.И. Пластическая деформация металлов, т.2.- М.: Металлургиздат, 1960. - 416 с.
6. Охрименко М.Я. Технология кузнечно-штамповочного производства.-М.: Машиностроение, 1976-472 с.
7. Теория и технологияковки / Л.Н. Соколов, Н.К. Голубятников, В.Н. Ефимов, И.П. Шелаев; Под ред. Л.Н. Соколова. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1989. – 317 с.
8. Громов Н.П. Теория обработки металлов давлением. – М.: Металлургия, 1978. –360 с.
9. Грудев А.П., Машкин Л.Ф., Ханнин М.И. Технология прокатного производства.– М.: Арт-Бизнес-Центр, Металлургия, 1994. – 656 с.

### **Додаткова**

- 10.Гун Г.Я, Теоретические основы обработки металлов давлением (теория пластичности ) / Под ред. П.И.Полухина. - М.: Металлургия, 1980. - 456 с.
- 11.Механика обработки металлов давлением; Учебник для вузов. Колмогоров В.Л. - М.: Металлургия, 1986. - 688 с.
- 12.Теория обработки металлов давлением / Тарновский И.Я.Поздеев А. А., Ганаго О.А. и др. - М.: Металлургиздат, 1963.-672 с.

- 13.Третьяков А.В., Трофимов Г.К., Зюзин В.И. Механические свойства металлов и сплавов при обработке металлов давлением. –М.: Металлургия, 1974. - 222 с.
- 14.Хензель А., Шпиттель Т. Расчет энергосиловых параметров в процессах обработки металлов давлением: Справ.изд.: Пер.с нем. – М.: Металлургия, 1982. - 360 с.
- 15.Соппротивление пластической деформации металлов и сплавов.-2-е изд., перераб.и доп. Справочник / Полухин П.И., Гун Г.Я., Галкин А.М. – М.: Металлургия, 1983. - 352 с.
- 16.Фролов В.Ф., Данченко В.Н., Фролов Я.В. Холодная пильгерная прокатка труб : Монография / В. Ф. Фролов, В. Н. Данченко, Я. В. Фролов. – Дніпропетровськ : Пороги, 2005. – 255 с.

При вивченні дисципліни матеріал програми варто вивчати в послідовності розділів, що викладені нижче.

### **3. ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ**

Розподіл навчальних годин за темами і видами занять з дисципліни «Процеси та машини обробки тиском» наведено в таблиці 3.1.

Відповідно до навчальної програми студент зобов'язаний засвоїти всі теми дисципліни. Нижче наводяться зміст робочої програми дисципліни і методичні вказівки до вивчення окремих тем з поділом на лекційне і самостійне вивчення.

Таблиця 3.1 - Розподіл навчальних годин за темами і видами занять

№ тем	Найменування тем	Види занять			
		Аудиторні, Годин	Лекції, Годин	Практичн і і лаборато рні заняття, годин	Самостійне вивчення, годин
1	2	3	4	5	6

1.	Вступ. Фізичні процеси пластичної деформації.	8	4	4	37
2.	Види обробки тиском. Вплив обробки тиском на структуру та фізичні і механічні властивості металів.	8	4	4	37
3.	Механіка пластичної деформації. Вплив механічних та теплових особливостей процесу на напружений і деформований стан.	8	4	4	37
4.	Особливості машин для обробки тиском з точки зору отримання якісної металопродукції та продуктивності процесів.	8	4	4	37
	ВСЬОГО	24	16	8	156

## **Тема 1. Вступ. Фізичні процеси пластичної деформації.**

### ***Лекційний матеріал***

Предмет дисципліни і мета вивчення дисципліни «Складні процеси прокатного виробництва». Зміст дисципліни.

Метали і сплави, що обробляються тиском. Кристалічна будова металів. Види кристалічних решіток. Механізм пластичної деформації монокристала. Механізм пластичної деформації полікристала. Холодна деформація. Гаряча деформація.

### ***Самостійне вивчення***

Роль дислокацій у здійсненні процесу деформації та зміни властивостей. Системи сковзання. Стадії сковзання. Волокниста будова, рядковість, текстура. Текстура прокатки та текстура волочіння. Діаграми рекристалізації першого роду. Фазові перетворення, синьоламкість, червоноламкість. Особливості механізму пластичної деформації при



гарячій обробці. Вплив температури та ступеню деформації на величину зерна та властивості металу. Динамічна та статична рекристалізація. Діаграми рекристалізації другого та третього роду. Температурний інтервал гарячої обробки. Температурні види обробки металів тиском. Схожинні (гомологічні) температури.

[1], [3], [5].

### ***Питання для самоперевірки***

1. Види металів та сплавів, що обробляються тиском.
2. Види обробки металів тиском за характером дії на метал.
3. Що таке кристали.
4. Різновиди кристалічних решіток.
5. Сутність відпуску.
6. Дефекти кристалічної будови.
7. Відмінності діаграм рекристалізації.
8. Головні відмінності холодної і гарячої деформації з точки зору структури металу.
9. Суть рекристалізації.
10. Різновиди рекристалізації.

## **Тема 2. Види обробки тиском. Вплив обробки тиском на структуру та фізичні і механічні властивості металів.**

### ***Лекційний матеріал***

Детальна класифікація видів обробки металів тиском. Механічні властивості металів і сплавів. Зміцнення при холодній деформації. Зміни у металі при холодній деформації. Зміни у металі при гарячій деформації. Анізотропія та зміна властивостей деформованого металу. Криві наклепу, їх аналіз та апроксимація. Вплив термічної обробки на властивості металу.

### ***Самостійне вивчення***

Зробити порівняльний аналіз видів обробки металів тиском з точки зору їх переваг та недоліків. Поняття про пружність, пластичність, пружно-пластичність. Показники міцності. Умовна та істинна межа

текучості. Показники пластичності. Ударна в'язкість. Проаналізувати основні технологічні фактори, що впливають на механічні властивості та характер впливу. Проаналізувати принципи вибору того чи іншого виду обробки тиском.

[3], [8], [14], [15], [16]

### ***Питання для самоперевірки***

1. Сортамент видів обробки тиском.
2. Схеми складних видів прокатки.
3. Схеми основних та допоміжних операцій кування.
4. Типові різновиди кривих зміцнення.
5. Діаграми пластичності.
6. Вплив термічної обробки на механічні властивості.
7. Основні види хіміко-термічної обробки металів.
8. Основні види стандартних випробувань металів та сплавів.
9. Порівняти економічну доцільність застосування усіх видів обробки металів тиском.

## **Тема 3. Механіка пластичної деформації. Вплив механічних та теплових особливостей процесу на напружений і деформований стан.**

### ***Лекційний матеріал***

Поняття про взаємодію твердих тіл. Сили та напруження. Основні закони пластичної деформації. Енергосилові параметри обробки тиском. Рівновага сил як один із основних інструментів аналізу процесів обробки тиском. Основні положення теорії напружень. Основні положення теорії деформацій. Основні теорії пластичності: малих деформацій та плину. Порівняльний аналіз механічних схем деформації у видах обробки тиском.

### ***Самостійне вивчення***

Напруження на похилому майданчику. Рівняння рівноваги у декартовій системі координат: припущення, прийняті при виведенні. Рівняння сумісності напружень. Визначення головних напружень за відомими компонентами повного тензору. Кульовий тензор та девіатор напружень. Поняття про нелінійні тензори напружень. Еліпсоїд

напружень. Умова нестисливості у інтегральному та диференційному виді. Варіаційні принципи механіки твердого деформованого тіла: принцип віртуальних швидкостей; принцип віртуальних напружень. Функціонали роботи та потужності пластичної деформації (Маркова-Германна та Лагранжа). Фізична суть різних умов пластичності. Вплив форми заготовки та інструменту на механічні схеми деформації у основних видах обробки металів тиском.

[1], [2], [10], [11].

### ***Питання для самоперевірки***

1. Різновиди контактних напружень.
2. Інваріанти тензору напружень.
3. Головні напруження, їх роль у аналізі процесів обробки металів тиском.
4. Різновиди диференційних рівнянь рівноваги.
5. Закон сталості об'єму, межі його застосування.
6. Закон мінімуму роботи та потужності. Його математичний вираз.
7. Якісний вплив технологічних параметрів на контактний тиск.
8. Основні закони контактного тертя в процесах обробки тиском. Їх математичний вираз. Межі застосування.
9. Найбільш вигідні схеми напруженого стану з точки зору якості продукції та продуктивності процесу.
10. Математичний вираз умов пластичності Губера-Мізеса Генкі та Сен-Венана-Леві-Мізеса.

## **Тема 4. Особливості машин для обробки тиском з точки зору отримання якісної металопродукції та продуктивності процесів.**

### ***Лекційний матеріал***

Основні сучасні напрями розвитку машин обробки металів тиском. Машини для обробки тиском в умовах надпластичності. Машини для надшвидкісної обробки тиском. Машини для комбінованих процесів обробки тиском. Автоматизовані машини.

### ***Самостійне вивчення***

Штампування в умовах надпластичності. Газостатичне штампування. Штампування над надшвидкісних молотах (основні особливості конструкції). Установки для штампування вибухом: фізичні відмінності від статичних процесів. Ливарно-прокатні комплекси: різновиди, склад устаткування та особливості технології. Автоматизовані кувальні комплекси: склад устаткування, особливості технології, сортамент продукції.

[6], [7], [9].

### ***Питання для самоперевірки***

1. Основні технологічні умови досягнення надпластичності.
2. Сортамент продукції, що виготовляється в умовах надпластичності.
3. Способи надшвидкісної обробки тиском.
4. Матеріали, що обробляються надшвидкісними методами.
5. Різновиди ливарно-прокатних машин.
6. Переваги ливарно-прокатної обробки металів.
7. Принципи, на яких базуються алгоритми автоматизованого кування.

## **4. ЛАБОРАТОРНІ ТА ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ**

**Лабораторна робота 1.** Дослідження впливу швидкості деформування на формозміну

**Лабораторна робота 2.** Ознайомлення з роботою 3D принтера

**Практичне заняття 1.** Розрахунок межі текучості при холодній та гарячій деформації

**Практичне заняття 2.** Розрахунок головних напружень за відомими компонентами тензору

## **5. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ**

### **5.1 Варіанти індивідуальних завдань**

#### **Варіант 1**

1. Вплив температури на макро- і мікроструктуру вуглецевих сталей при гарячій обробці тиском.
2. Основні закони пластичної деформації.

#### **Варіант 2**

1. Вплив температури на макро- і мікроструктуру середньо легованих сталей при гарячій обробці тиском.
2. Енергосилові параметри обробки тиском.

#### **Варіант 3**

1. Вплив температури на макро- і мікроструктуру високо легованих сталей при гарячій обробці тиском.
2. Рівновага сил як один із основних інструментів аналізу процесів обробки тиском. Рівняння рівноваги у декартовій системі координат: припущення, прийняті при виведенні.

#### **Варіант 4**

1. Вплив температури на макро- і мікроструктуру титанових сплавів при гарячій обробці тиском.
2. Рівновага сил як один із основних інструментів аналізу процесів обробки тиском. Рівняння рівноваги у циліндричній системі координат: припущення, прийняті при виведенні.

#### **Варіант 5**

1. Вплив температури на макро- і мікроструктуру алюмінієвих сплавів при гарячій обробці тиском.
2. Основні положення теорії напружень. Напруження на похилому майданчику. Рівняння сумісності напружень.

#### **Варіант 6**

1. Вплив температури на макро- і мікроструктуру мідних сплавів при гарячій обробці тиском.

2. Визначення головних напружень за відомими компонентами повного тензору.

#### Варіант 7

1. Вплив степені і швидкості деформації на макро- і мікроструктуру вуглецевих сталей при холодній обробці тиском.
2. Умова нестисливості у інтегральному та диференційному виді.

#### Варіант 8

1. Вплив степені і швидкості деформації на макро- і мікроструктуру середньо легованих сталей при холодній обробці тиском.
2. Основні положення теорії деформацій. Головні деформації.

#### Варіант 9

1. Вплив степені і швидкості деформації на макро- і мікроструктуру високо легованих сталей при холодній обробці тиском.
2. Варіаційні принципи теорії пластичності.

#### Варіант 10

1. Вплив степені і швидкості деформації на макро- і мікроструктуру титанових сплавів при холодній обробці тиском.
2. Умови пластичності. Їх фізична суть.

#### Варіант 11

1. Вплив степені і швидкості деформації на макро- і мікроструктуру мідних сплавів при холодній обробці тиском..
2. Основні положення теорії малих пружно-пластичних деформацій.

#### Варіант 12

1. Вплив степені і швидкості деформації на макро- і мікроструктуру алюмінієвих сплавів при холодній обробці тиском.
2. Основні положення теорії пластичного плину.

#### Варіант 13

1. Вплив температури на механічні властивості вуглецевих сталей при гарячій обробці тиском.

2. Надпластичність. Основні технологічні умови досягнення надпластичності.

#### Варіант 14

1. Вплив температури на механічні властивості середньо легованих сталей при гарячій обробці тиском.
2. Процеси деформування металів в умовах над пластичності.

#### Варіант 15

1. Вплив температури на механічні властивості високо легованих сталей при гарячій обробці тиском.
2. Способи надшвидкісної обробки тиском.

#### Варіант 16

1. Вплив температури на механічні властивості титанових сплавів при гарячій обробці тиском.
2. Устаткування надшвидкісної обробки тиском.

#### Варіант 17

1. Вплив температури на механічні властивості мідних сплавів при гарячій обробці тиском.
2. Ливарно-прокатні комплекси: різновиди, склад устаткування та особливості технології.

#### Варіант 18

1. Вплив температури на механічні властивості алюмінієвих сплавів при гарячій обробці тиском.
2. Устаткування для деформування металів в умовах над пластичності.

#### Варіант 19

1. Вплив степені і швидкості деформації на механічні властивості вуглецевих сталей при холодній обробці тиском.
2. Обробка тиском біметалічних матеріалів.

#### Варіант 20

1. Вплив степені і швидкості деформації на механічні властивості середньо легованих сталей при холодній обробці тиском.
2. Обробка тиском армованих композиційних металевих матеріалів.

#### Варіант 21

1. Вплив степені і швидкості деформації на механічні властивості високолегованих сталей при холодній обробці тиском.
2. Особливості контактного тертя при надшвидкісній обробці тиском.

#### Варіант 22

1. Вплив степені і швидкості деформації на механічні властивості титанових сплавів при холодній обробці тиском.
2. Штампування вибухом: переваги та недоліки.

#### Варіант 23

1. Вплив степені і швидкості деформації на механічні властивості мідних сплавів при холодній обробці тиском.
2. Автоматизовані кувальні комплекси.

#### Варіант 24

1. Вплив степені і швидкості деформації на механічні властивості алюмінієвих сплавів при холодній обробці тиском.
2. Автоматизовані штампувальні лінії.

#### Варіант 25

1. Вплив термічної обробки на структуру та механічні властивості прокату з конструкційних сталей.
2. Автоматизовані прокатні стани.



## **5.2 Методичні вказівки до виконання індивідуальних завдань**

Студенти обирають варіанти згідно двох останніх цифр номеру залікової книжки.

Якщо останні дві цифри номеру залікової книжки перевищують 25, то для визначення номеру варіанта необхідно від числа із залікової книжки відняти 25, 50 або 75. Якщо останні дві цифри номера становлять нулі, то студент виконує 25-й варіант. Наприклад, якщо останні цифри номеру залікової книжки становлять 89, то студенту необхідно виконувати варіант № 14 ( $89-75=14$ ).

Індивідуальне завдання вимагає, в основному описової відповіді, що може бути підготовлена на базі навчальної літератури та даних, що отримані студентом з Інтернету. Відповідь повинна супроводжуватися необхідними ілюстраціями (схемами, графіками), таблицями, формулами. Після саме відповіді наводяться висновки. Наприкінці треба навести список використаних джерел, зокрема посилання на Інтернет сайти.

## **ЗМІСТ**

ВСТУП.....	3
1. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ .....	5
2. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....	6
3. ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ.....	6
4. ЛАБОРАТОРНІ ТА ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ .....	12
5. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ.....	13
5.1 Варіанти індивідуальних завдань.....	13
5.2 Методичні вказівки до виконання індивідуальних завдань.....	17

Підписано до друку \_\_.\_\_.\_\_. Формат 60x84 1/16. Папір друк. Друк  
плоский. Облік.-вид. арк. 0,94. Умов. друк. арк. 0,93. Тираж \_\_\_\_ пр.  
Замовлення № .

Національна металургійна академія України  
49600, Дніпропетровськ-5, пр. Гагаріна, 4

---

Редакційно-видавничий відділ НМетАУ