

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Перший проректор – проректор з навчальної  
роботи ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»,

Заступник голови приймальної комісії



Наталія РЕКОВА

## **ПРОГРАМА ФАХОВОГО ІСПИТУ**

**для вступу на здобуття освіти на другому (магістерському) рівні**

<b>галузь знань</b>	13 Механічна інженерія
<b>спеціальність</b>	136 Металургія
<b>освітньо-наукова програма</b>	«Управління модернізацією металургії»

Програму розроблено робочою групою у складі:

№	ПІБ	Науковий ступінь, вчене звання, найменування посади
1.	Грибков Едуард Петрович	доктор технічних наук, професор, професор кафедри металургії, матеріалознавства та організації виробництва
2.	Кухар Володимир Валентинович	доктор технічних наук, професор, професор кафедри металургії, матеріалознавства та організації виробництва
3.	Малій Христина Василівна	кандидат технічних наук, доцент кафедри металургії, матеріалознавства та організації виробництва
4.	Авдеєнко Миколай Вікторович	директор по технології та кращим практикам ТОВ «МЕТІНВЕСТ СІЧСТАЛЬ»

Проект програми фахового іспиту погоджено:

Відповідальний секретар  
приймальної комісії



Вікторія ФЕДОРЕНКО

Програма рекомендована до  
введення в дію на засіданні  
Приймальної комісії від 26.04.2024 р.,  
протокол №2.

## **ЗМІСТ**

1. Загальні положення.
2. Зміст програмних вимог щодо знань та навичок вступників  
Література для підготовки.
3. Структура екзаменаційного білета. Критерії оцінювання.  
Додаток А Зразок екзаменаційного білета

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Ця програма фахового вступного іспиту розроблена на підставі Законів України «Про освіту», «Про вищу освіту», Постанов Кабінету Міністрів України «Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Національної рамки кваліфікацій» №1341 від 23.11.2011 р., «Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» №266 від 29.04.2015 р., Статуту ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Положення про концепції освітньої діяльності, освітні програми, робочі програми та силабуси освітніх компонентів у ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Стандарт вищої освіти України за спеціальністю 136 «Металургія» галузі знань 13 «Механічна інженерія» для першого (бакалаврського) рівня, затверджений наказом Міністерства освіти і науки України 04.10.2018 р., № 1072, Стандарт вищої освіти України за спеціальністю 136 «Металургія» галузі знань 13 «Механічна інженерія» для другого (магістерського) рівня, затверджений наказом Міністерства освіти і науки України 24.11.2020 р., № 1455.

Вступний фаховий іспит проводиться за основними дисциплінами навчального плану підготовки вступників на базі першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Мета вступного фахового іспиту – перевірка теоретичної та практичної підготовки вступників на базі здобутого першого (бакалаврського) рівня вищої освіти і проведення відбору серед вступників для навчання для здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 136 «Металургія», за освітньо-науковою програмою «Управління модернізацією металургії».

## **2. ЗМІСТ ПРОГРАМНИХ ВИМОГ ЩОДО ЗНАНЬ ТА НАВИЧОК ВСТУПНИКІВ**

### **2.1. Фізика**

Основні положення МКТ газів і їх експериментальне обґрунтування. Основне рівняння МКТ газів. Газові закони. Закон Авогадро. Суміш ідеальних газів, закон Дальтона. Розподіл швидкостей молекул за Максвеллом. Вимірювання швидкостей молекул, дослід Штерна. Барометрична формула. Розподіл Максвелла–Больцмана. Експериментальне визначення числа Авогадро. Середня довжина і середній час вільного пробігу молекул. Дифузія. Внутрішнє тертя. Теплопровідність. Закономірності і коефіцієнти явищ перенесення. Рівноважне випромінювання та його характеристики. Випромінювання абсолютно чорного тіла. Закон Кірхгофа. Закон Стефана–Больцмана. Закон зміщення Віна. Формула Релея–Джинса.

#### **Література для підготовки:**

1. Кармазін В.В., Семенець В.В. Курс загальної фізики : навч. посіб. для вищих навчальних закладів. К. : Кондор, 2016. 786 с.
2. Термодинаміка металів і сплавів / А.П Шпак та ін. К. : "Академперіодика", 2002. 73 с.
3. Сергєєва О.Є., Федосов С.Н. Основи загальної фізики. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. Електрика : навч. посіб. Одеса : ОНАХТ, 2018. Електрон. текст дані: 124 с.

### **2.2. Механіка**

Основні поняття кінематики. Кінематичні рівняння руху. Класифікація механічних рухів. Швидкість і прискорення матеріальної точки. Принцип незалежності рухів. Кутове переміщення, кутова швидкість і кутове прискорення. Лінійні і кутові величини, їх взаємозв'язок. Основні задачі динаміки. Перший закон Ньютона та наслідки з нього. Другий закон Ньютона. Третій закон Ньютона та його наслідки. Імпульс точки, тіла і сили. Закон збереження імпульсу замкненої системи. Закон збереження проєкції імпульсу. Закон збереження енергії. Момент інерції матеріальної точки, твердого тіла. Теорема Штейнера. Момент імпульсу і момент сили матеріальної точки. Закон збереження моменту імпульсу матеріальної точки. Сили пружності. Види деформацій, закон Гука.

### **Література для підготовки:**

1. Романюк О. Д., Теліпко Л. П., Ракша С. В. Теоретична та прикладна механіка. Короткий курс. Кам'янське : ДДТУ, 2021. 282 с.
2. І. В. Кузьо, В. П. Шпачук, Н. М. Ванькович та ін. Теоретична механіка : підручник. Харків :Фоліо, 2017. 780 с

### **2.3. Фізична-хімія і термодинаміка**

Перше начало термодинаміки. Застосування першого начала термодинаміки до ізопроцесів. Рівняння Майєра. Основні поняття і величини. Енергія, теплота та робота. Ентальпія. Другий закон термодинаміки. Термодинамічні потенціали. Ентропія, розрахунок її для різних термодинамічних процесів. Термодинамічна характеристика рівноважного стану системи. Принципи рухомої рівноваги. Енергія хімічних зв'язків. Основні термодинамічні характеристичні функції, термодинамічні потенціали. Максимальна робота, як міра хімічної спорідненості. Розподіл енергії молекул за ступенями вільності. Теплоємність ідеального газу. Адіабатичний процес. Енергія хімічних зв'язків. Рівняння Пуасона. Політропний процес. Оборотні і необоротні процеси. Колові процеси (цикли). Рівняння ізобари і ізохори Вант-Гоффа. Цикл Карно та його коефіцієнт корисної дії. Друге начало термодинаміки. Теорема Карно. Зведена теплота. Нерівність Клаузіуса. Поняття про ентропію. Теорема Нернста. Недосяжність абсолютного нуля. Відхилення властивостей газів від ідеальності. Експериментальні ізотерми ре-ального газу. Рівняння Ван дер Ваальса. Порівняння ізотерм Ван дер Ваальса з експериментальними ізотермами. Критичний стан. Третій закон термодинаміки. Закон збереження та перетворення енергії. Внутрішня енергія та зовнішня робота. Рівняння Клапейрона–Клаузіса. Властивості рідкого стану. Поверхневий шар рідини. Поверхневий натяг. Змо-чування. Капілярні явища. Формула Лапласа. Тиск насичених парів над меніском. Двокомпонентні системи. Трикомпонентні системи. Термодинаміка одно– та багатоконпонентних систем.

### **Література для підготовки:**

1. Фізична хімія : підручник / Л. С. Воловик та ін. Київ : Фірма "ІНКОС", 2007. 496 с.

## 2.4. Металургія

Сутність і значення металургійного комплексу. Сучасні схеми металургійного виробництва. Загальна характеристика металургійної сировини та палива. Характеристика будови та властивостей металургійних розплавів. Сучасні фурми для вдування технологічних газів в сталеплавильні агрегати та варіанти дуттєвих режимів. Взаємодія газових струменів з залізовуглецевим розплавом. Структура кисневого струменя. Будова реакційної зони. Реакції сталеплавильних процесів. Процес окислення-відновлення марганцю, кремнію, фосфору. Розкислююча здатність марганцю. Механізм і термодинаміка процесу. Кінетика процесу. Процес десульфурзації сталі. Термодинаміка процесу. Ступінь десульфурзації металу. Термодинаміка і кінетика розкислення сталі. Киснево-конверторний процес (ККП) з верхньою кисневою продувкою. Шихтовка плавки. Тепловий та матеріальний баланс ККП. Дуттєвий режим. Особливості ККП з донною та комбінованою (верхне-донною) продувкою. Технологія основного мартенівського процесу. Інтенсифікація мартенівської плавки киснем. Теплотехнічні та технологічні особливості плавки в ДСПА та прямоточних агрегатах. Основи феросплавного виробництва. Класифікація феросплавів. Виробництво сталей в електродугових сталеплавильних печах. Технології позапічної обробки металую Методи розливання сталі. Будова металевого зливка, процес його кристалізації та явища, пов'язані з кристалізацією. Поєднання процесів розливки і прокати.

Деформація металів та сплавів. Поняття деформації. Основні способи обробки металів тиском. Сортамент прокатної продукції. Технологічний процес виробництва прокату. Гаряча та холодна прокатка. Геометричні характеристики осередку деформування при прокатуванні та показники деформації. Кінематика осередку деформації для простого випадку процесу прокатки, залежності для визначення положення нейтрального перерізу, випередження, відставання. Розподілення деформації по проходам для різних процесів ОМТ та розрахунок числа проходів. Поняття «швидкість деформування» та залежності для її визначення. Умови захвату металу валками та сталого процесу прокатування. Фактори, які впливають на опір металу деформуванню при гарячому прокатуванні. Фактори, які впливають на опір металу деформуванню при холодному прокатуванні.

### **Література для підготовки:**

1. Бойченко Б.М., Охотський В.Б., Харлашин П.С. Конвертерне виробництво сталі. Дніпропетровськ : РВА «Дніпро-ВАЛ», 2004. 454 с.
2. Сталеплавильне виробництво / В.І. Баптизманський та ін. К. : Вища школа, 1996. 400 с.
3. Бережний М. М., Хіноцька А. А. Вступ до спеціальності металурга : навч. посіб. Кривий Ріг : Видавничий центр КТУ, 2009. 287 с.
4. Мовчан В. П., Бережний М. М. Основи металургії : монографія. Дніпропетровськ : Пороги, 2001. 335 с.
5. Охотський В.Б., Костюлов О.А., Сімонов В.П. Теорія металургійних процесів. Київ : ВІПОЛ, 1997.
6. Меджибожський М.Я., Харлашин П.С. Теоретичні основи сталеплавильних процесів : навч. посіб. Київ : Вища школа, 1997. 276 с.
7. Іващенко В.П., Величко О.Г., Терещенко В.С. Безкоксова металургія. Дніпропетровськ : РВА"Дніпро-VAL", 2002. 338 с.
8. Воденніков С.А., Галицький Ю.П., Воденнікова О.С. Теорія та технологія електросталеплавильного виробництва : навч. посіб. Запоріжжя : Видавництво Запорізької державної інженерної академії, 2010. 246 с.
9. Технології підвищення якості сталі : підручник / О.Г. Величко та ін. Дніпропетровськ : Середняк Т.К., 2016. 196 с.
10. Principles of Metallurgical Thermodynamics. Subir Kumar Bose, Sanat Kumar Roy: Universities Press, Published October 9, 2014, P. 750. ISBN 9781482242454
11. Інноваційна технологія позапічної десульфурзації залізовуглецевих розплавів : монографія / Молчанов Л.С. та ін. Дніпро : Середняк Т.К., 2018. 122с.
12. Чубенко В. А., Хіноцька А. А. Технологія прокатного виробництва : навч. посіб. Кривий Ріг : Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2017. 170 с.
13. Іванченко Ф.К., Гребеник В.М., Ширяєв В.І. Розрахунок машин і механізмів прокатних цехів: навч. посібник. К.: Вища школа. 1995. 455 с.
14. Ginzburg Vladimir B. Metallurgical Design of Flat Rolled Steels. Taylor & Francis: Routledge and CRC Press, 2019. 726p
15. Mazur V. L. , Nogovitsyn O. V. Theory and Technology of Sheet Rolling. Numerical Analysis and Applications. CRC Press. 2020. 494 p.
16. Gupta N. K. Steel Rolling: Principle, Process & Application. CRC Press. 2021.526 p.
17. Ніколаєв В. О., Мазур В. Л. Технологія виробництва сортового



та листового прокату : підручник. Частина II. Запоріжжя : ЗДІА, 2000. 220 с.

18 Cavaliere P. Clean Ironmaking and Steelmaking Processes. Efficient Technologies for Greenhouse Emissions Abatement. Springer, 2019. 596 p.

19 Тубольцев Л., Пригунова А., Нарівський А., Петренко В. Концепція сталого розвитку металургії України. Стан, досвід, перспективи. Дніпро, 2022, 364 с.

## **2.5. Матеріалознавство**

Металевий зв'язок. Схема енергії взаємодії двох атомів в залежності від міжатомної відстані. Атомно-кристалічна будова металів. Пластична деформація і рекристалізація. Будова реальних металевих кристалів. Дефекти кристалічної будови, їх класифікація, характеристика. Формування структури металів при кристалізації. Механізм процесу кристалізації. Гомогенне і гетерогенне зародкоутворення. Модифікування. Механізм росту, параметри кристалізації. Ступінь переохолодження та його вплив на параметри кристалізації, коефіцієнт дифузії, зміну вільної енергії. Поліморфні перетворення. Поліморфізм заліза. Крива охолодження заліза. Термічний аналіз. Діаграма стану подвійної системи із необмеженою розчинністю компонентів в рідкому і твердому станах. Правило відрізка. Випадки поліморфних перетворень в даній системі. Евтектоїдне та перетиктоїдне перетворення. Використання правила відрізків при кристалізації сплавів. Зв'язок діаграми стану із властивостями (закони Курнакова). Стабільна і метастабільна рівновага в системі залізо-вуглець. Схема кристалізації високовуглецевих сплавів. Діаграма стану потрійної системи з нерозчинністю компонентів у твердому стані. Загальна характеристика. Кристалізація потрійних сплавів. Рідкі та тверді розчини. Основні механічні характеристики. Міцність, пластичність.

### **Література для підготовки:**

1. Афтанділянц Є. Г., Зазимко О. В. Лопатько К. Г. Матеріалознавство : підручник. Київ : Вища освіта, 2012. 548 с.

2. Холявко В. В. Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів : навч. посіб. для студентів галузі знань 13 – Механічна інженерія спеціальності 132 – Матеріалознавство денної та заочної форм навчання. Київ : Центр учбової літератури, 2016. 156 с.

3. Пчелінцев В. О. Механічні властивості та конструкційна міцність

матеріалів : навч. посіб. Суми : СумДУ, 2012. 247 с.

4. Матеріалознавство і технологія матеріалів : підручник / Н. В. Мережко та ін. Київ : Київ. нац. торг.- екон. ун-т, 2010. 352 с.

5. Кузін О. А., Яцюк Р. А.. Металознавство та термічна обробка металів : підручник. Львів : Афіша, 2002, 304 с

### **3. СТРУКТУРА ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТА. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ**

#### **3.1. Орієнтовна структура білету фахового вступного іспиту**

Фаховий вступний іспит здійснюватиметься з використанням засобів дистанційної електронної комунікації на платформі Moodle Технічного університету «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА». Перелік питань, який пропонується, систематизовано по різноманітним взаємозв'язаним сторонам діяльності фахівця та охоплює її теоретичні основи, а також питання застосування отриманих теоретичних знань для рішення практичних задач. Питання, які містяться в екзаменаційних білетах, покликані виявити знання з усіх видів діяльності майбутнього спеціаліста у рамках навчальних дисциплін, які вивчалися. Білет фахового вступного випробування складається з двох частин:

перша частина – у вигляді теоретичних тестів (20 тестів, які виключають 4 варіанти відповідей, одна з яких є вірною),

друга частина – у вигляді ситуаційного творчого завдання (1 ситуаційне завдання), яке передбачає надання письмової розгорнутої відповіді обсягом до 2500 знаків з пробілами.

#### **3.2. Критерії оцінювання відповідей**

Абітурієнт повинен продемонструвати фундаментальні та професійно-орієнтовані уміння та знання, а також здатність вирішувати типові складні спеціалізовані професійні завдання.

Кількість балів, яку може отримати вступник за виконання фахового вступного випробування, розраховується на підставі таблиці.

Кожний білет складається із двох частин, їх бездоганне виконання оцінюється 200 балами (максимальна оцінка). Мінімальний прохідний бал – 100 балів.

	Теоретичні тести	Ситуаційне завдання
Кількість завдань у білеті	20	1
Максимальна кількість балів за одне правильно виконане завдання	5	100
<b>Всього, балів</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Теоретичні тести оцінюються за шкалою: 5 балів – в разі надання вірної відповіді, 0 балів – в протилежному випадку.

Розв'язання ситуаційного творчого завдання передбачає, що:

- вступником продемонстровано глибокі знання з металургії, чітка логіка мислення, коректне використання професійної термінології в необхідній логічній послідовності; виражена здатність вирішувати складні проблеми в рамках питання, що вимагає виходу на інший рівень знань;

- відповідь на завдання повна, логічна, містить елементи аналізу, систематизації, узагальнення, характеризується обґрунтованістю, творчим підходом.

Розв'язання ситуаційного завдання оцінюватиметься за наступними складовими:

Складова оцінки відповіді	Максимальна кількість балів за складовою
Коректність використання професійної термінології, глибоке професійне розуміння проблеми, сформульованої у завданні	10
Логічність і послідовність міркувань	10
Обґрунтованість висновків і пропозицій	10
Раціональність вирішення сформульованої в завданні проблеми	10

## Зразок екзаменаційного білета

## Перший рівень складності

№	Питання	Відповідь
1	2	3
1	Від чого залежить коефіцієнт тертя при захваті металу валками при гарячій прокатці? а) від швидкості прокатки та температури металу; б) від радіусу валків; в) від обтиснення та радіусу валків; г) визначається експериментально для кожного випадку прокатки	
2	Який із зазначених параметрів належить до геометричних характеристик осередку деформації при прокатці? а) сила прокатки; б) довжина осередку деформації; в) швидкість прокатки; г) відносна деформація	
3	Від яких факторів залежить фактична границя текучості при гарячій прокатці? а) від температури прокатки; б) від температури прокатки, швидкості прокатки, ступеня деформації; в) від температури прокатки, швидкості деформації, ступеня деформації; г) від ступеня деформації.	
4	Температура плавлення чистого заліза складає °С: а) 1448; б) 1539; в) 1610; г) 3000.	
5	Щільність рідкого чавуну становить: а) 6,9 т/м <sup>3</sup> ; б) 7,0 т/м <sup>3</sup> ; в) 7,1 т/м <sup>3</sup> ; г) 7,2т/м <sup>3</sup> .	
6	Щільність рідкого сталеплавильного шлаку становить: а) 1,5-2,0 т/м <sup>3</sup> ; б) 2,0-2,5 т/м <sup>3</sup> ; в) 2,5-3,0 т/м <sup>3</sup> ; г) 3,0-3,5т/м <sup>3</sup> .	
7	Вміст вуглецю у низьковуглецевій сталі : а) до 0,1%; б) до 0,15%; в) до 0,20%; г) до 0,25%;	
8	Сутність технології сучасного конвертерного процесу є продування рідкої металевої ванни: а) повітрям, б) киснем; в) азотом; г) аргоном.	

9	Сталлю називають сплав Fe-C, я якому вміст вуглецю не перевищує (%): а) 0,14; б) 1,14; в) 2,14; г) 3,14.	
10	Сталеплавильні процеси є: а) термоядерними; б) окислювальними; в) нейтральними; г) відновлювальними;	
11	Спокійна, кипляча, напівспокійна сталі відрізняються між собою по вмісту: а) вуглецю; б) кисню; в) марганцю; г) сірки.	
12	Паливом сучасної мартенівської печі є: а) вугілля; б) нафта; в) природний газ; г) генераторний газ.	
13	Сталь зі сталеплавильних агрегатів випускають при температурі, °C: а) 1370-1470; б) 1480-1570; в) 1580-1670; г) 1680 і більше.	
14	Тривалість циклу плавки у конвертері: а) до 20 хв.; б) 20- 30 хв.; в) 30 - 40 хв.; г) 40-50 хв.	
15	Питомі витрати кисню на 1 т сталі у конвертері складають: а) 10 м <sup>3</sup> /т; б) 10-30 м <sup>3</sup> /т; в) 30-50м <sup>3</sup> /т; г) 50-70 м <sup>3</sup> /т.	
16	Питомі витрати чавуну у конвертері: а) 450-500 кг/т, б) 550-650кг/т, в) 750-850кг/т, г) 900-1000кг/т.	
17	Співвідношення чавуну та брухту у шихті конвертеру близько до (у відсотках): а) 50/50; б) 60-40; в) 75/25; г) 90/10.	
18	У структурі теплового балансу кисневого конвертеру процесу прихід тепла з рідким чавуном приблизно складає, %: а) 10; б) 30; в) 50; г) 70.	
19	Кристалізатор МБЛЗ виготовляють з: а) вогнетривів; б) сталі; в) міді; г)чавуну.	
20	Швидкість витягування заготовки на МБЛЗ визначається: а) умовами формування скоринки заготовки; б) хімічним складом сталі; в) конструкцією кристалізатора; г) охолодженням кристалізатора.	

## Другий рівень складності

№ питання	Питання	Відповідь
1	2	3
1.	У пробі металу на повалці конвертеру отримали підвищений вміст сірки. Які корегуючі операції потрібно виконати для вирішення проблеми.	