

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Механіко-машинобудівний факультет

Кафедра інжинірингу та дизайну в машинобудуванні



«ЗАТВЕРДЖЕНО»

завідувачка кафедри ІДМБ

Панченко О.В

«22» грудня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**«Методи дослідження процесів гідравлічної класифікації
мінералів»**

Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність.....	G11 Машинобудування
Освітній рівень.....	G16 Гірництво та нафтогазові технології
Статус	Третій (освітньо-науковий)
Загальний обсяг	Вибіркова
Форма підсумкового контролю	4 кредитів ЄКТС (120 годин)
Термін викладання	Диференційований залік
Мова викладання	4 семестр (7 чверть)
	українська

Викладачі: професор Бондаренко Андрій Олексійович.

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро
НТУ «ДПУ»
2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Методи дослідження процесів гідравлічної класифікації мінералів» для здобувачів наукового ступеню доктора філософії спеціальностей G11 Машинобудування, G16 Гірництво та нафтогазові технології / А.О. Бондаренко ; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. ІДМ. – Д. : НТУ «ДП», 2025. – 12 с.

Розробники – Бондаренко Андрій Олексійович – доктор технічних наук, професор кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки здобувачів вищої освіти до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм.

ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ	4
3 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	4
4 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	4
5 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ.....	7
5.1 Шкали.....	7
5.2 Засоби та процедури.....	7
5.3 Критерії	9
6 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	12
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	12

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – формування компетентностей щодо методів які застосовуються при проведенні досліджень процесів що протікають при гідравлічній класифікації мінералів, з подальшим аналізом отриманих результатів.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
шифр ДРН	Зміст
ДРН – 01	Розуміти принципи використання машин для гідравлічної класифікації мінеральної сировини
ДРН – 02	Розуміти принципи побудови машин для гідравлічної класифікації мінеральної сировини
ДРН – 03	Вміти користуватись методами розрахунку складових елементів машин для гідравлічної класифікації мінеральної сировини
ДРН – 04	Знати теоретичні основи гідравлічної класифікації мінеральної сировини
ДРН – 05	Розуміти принципи фізичного і математичного моделювання процесів взаємодії проточної частини гравітаційного класифікаційного апарату з твердими частинками

3 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години			
		Денна		Заочна	
		Аудиторні заняття	Самостійна робота	Аудиторні заняття	Самостійна робота
лекційні	72	21	51	6	66
практичні	48	14	34	6	42
лабораторні	-				
семінари	-				
РАЗОМ	120	35	85	12	108

4 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	72
ДРН – 01, ДРН – 02, ДРН – 03	1. Загальні відомості про гідравлічну класифікацію зернистих матеріалів	10
	Передмова. Гравітаційні процеси збагачення корисних копалин	
	Рух частинок у повітрі і рідині	
	Галузь використання гравітаційних процесів збагачення	

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
ДРН – 01, ДРН – 02, ДРН – 03, ДРН – 04 ДРН – 05	2. Теоретичні основи процесу гідравлічної класифікації Загальні відомості про гравітаційні методи збагачення Сили, що діють при використанні гравітаційних методів Діаграма Релея	10
ДРН – 01, ДРН – 02, ДРН – 03	3. Вільне падіння частинок у воді Визначення швидкості вільного падіння шароподібних частинок у воді Швидкість вільного падіння тіл правильної несферичної форми воді Швидкість вільного падіння тіл неправильної геометричної форми воді	10
ДРН – 01, ДРН – 02, ДРН – 03	4. Стиснене падіння частинок у воді Окремі випадки стисненого падіння частинок у воді Падіння маси однорідних тіл Падіння окремих крупних частинок у масі однорідних тіл	10
ДРН – 01, ДРН – 02, ДРН – 03	5. Гідравлічна класифікація Гідравлічна класифікація у вертикальному потоці Гідравлічна класифікація у горизонтальному потоці	10
ДРН – 01, ДРН – 02, ДРН – 03	6. Гідравлічні класифікатори Гравітаційні класифікатори з механічним розвантаженням пісків Гравітаційні класифікатори з самопливним розвантаженням пісків Відцентрові класифікатори з механічним розвантаженням пісків Відцентрові класифікатори з самопливним розвантаженням пісків	12
ДРН – 04 ДРН – 05	7. Наукове обґрунтування параметрів гравітаційних класифікаторів Фізичні і теоретичні основи процесу класифікації у горизонтальному потоці пульпи Визначення траєкторії руху твердих частинок у несучому потоці	10
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	48
ДРН – 01, ДРН – 02, ДРН – 03 ДРН – 04 ДРН – 05	1. Розрахунок технологічних та конструктивних параметрів класифікаторів 1.1 Розрахунок технологічних та конструктивних параметрів спіральних класифікаторів 1.2 Розрахунок технологічних та конструктивних параметрів вертикальних класифікаторів 1.3 Розрахунок технологічних та конструктивних параметрів горизонтальних класифікаторів	48
	Разом	120

5 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень здобувачів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання здобувачів за дисципліною.

5.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок здобувачів вищої освіти різних закладів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень здобувачів НТУ «ДП»

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховується, якщо здобувач отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

5.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь/навичок, комунікації, автономії та відповідальності здобувача за вимогами НРК до 8-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Здобувач на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються здобувачам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ	ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ
--------------------------	-----------------------------

навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів;
практичні	індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи		виконання ККР під час заліку за бажанням здобувача

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційного рівня, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі здобувача шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен здобувач під час екзамену має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожної складової опису кваліфікаційного рівня НРК.

5.3 Критерії

Реальні результати навчання здобувачів ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії здобувачів для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для освітньо-наукового рівня вищої освіти (подано нижче).

**Загальні критерії досягнення результатів навчання
для 8-го кваліфікаційного рівня за НРК**

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
Знання		
– Концептуальні та методологічні знання в галузі чи на межі галузей знань або професійної діяльності.	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: – спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; – критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	95-100
	Відповідь містить не грубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
	Уміння/навички	
– Спеціалізовані уміння/навички і методи, необхідні для розв'язання значущих проблем у сфері професійної діяльності, науки та/або інновацій, розширення та переоцінки вже існуючих знань і професійної практики; – започаткування, планування, реалізація та коригування послідовного	Відповідь характеризує уміння: – виявляти проблеми; – формулювати гіпотези; – розв'язувати проблеми; – оновлювати знання; – інтегрувати знання; – провадити інноваційну діяльність; – провадити наукову діяльність	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності	74-79

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
процесу ґрунтового наукового дослідження з дотриманням належної академічної доброчесності; – критичний аналіз, оцінка і синтез нових та комплексних ідей.	при реалізації трьох вимог	
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь/навичок незадовільний	<60
Комунікація		
– Вільне спілкування з питань, що стосуються сфери наукових та експертних знань, з колегами, широкою науковою спільнотою, суспільством у цілому; – використання академічної української та іноземної мови у професійній діяльності та дослідженнях.	Зрозумілість відповіді (доповіді). <i>Мова:</i> правильна; чиста; ясна; точна; логічна; виразна; лаконічна. <i>Комунікаційна стратегія:</i> – послідовний і несуперечливий розвиток думки; – наявність логічних власних суджень; – доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; – правильна структура відповіді (доповіді); – правильність відповідей на запитання; – доречна техніка відповідей на запитання; – здатність робити висновки та формулювати пропозиції; – використання іноземних мов у професійній діяльності	95-100
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
	Відповідальність і автономія	
– Демонстрація	Відмінне володіння компетенціями:	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
значної авторитетності, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічна та професійна добросесність, постійна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності; – здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення.	<ul style="list-style-type: none"> – використання принципів та методів організації діяльності команди; – ефективний розподіл повноважень в структурі команди; – підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); – стресовитривалість; – саморегуляція; – трудова активність в екстремальних ситуаціях; – високий рівень особистого ставлення до справи; – володіння всіма видами навчальної діяльності; – належний рівень фундаментальних знань; – належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок 	
	Упевнене володіння компетенціями відповідальності і автономії з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (рівень фрагментарний)	60-64
Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60	

6 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Технічні засоби навчання.
2. Лабораторне та проєкційне мультимедійне обладнання.
3. Локальна мережа комп'ютерного класу (аудиторія 2/14, НТУ «ДП»).
4. Дистанційна платформа Moodle.
5. MS Office Teams.

7 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Дистанційний курс навчальної дисципліни «Методи дослідження процесів гідравлічної класифікації мінералів» для здобувачів наукового

ступеню доктора філософії за галуззю знань G Інженерія, виробництво та будівництво <https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=5822>.

2. Бондаренко А.О. Методи дослідження процесів гідравлічної класифікації мінералів. Методичні рекомендації до практичних занять для аспірантів спеціальності 133 Галузеве машинобудування / А.О.Бондаренко ; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2024. – 22с.

3. Гравітаційні методи збагачення корисних копалин: Навч. підручник / П.І.Пілов. – Дніпро: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 2021. – 152 с.

4. Білецький В.С., Олійник Т.А., Смирнов В.О., Скляр Л.В. Техніка та технологія збагачення корисних копалин. Частина II. Основні процеси. – Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2019. –212 с.

5. Bondarenko A.O. Modeling of interaction of inclined surfaces of a hydraulic classifier with a flow of solid particles / A.O. Bondarenko // Науковий вісник НГУ.-2018.-№4.-С.13-20.

6. Bondarenko, A.A. Comprehensive solution of recycling waste from stone processing industry / A.A. Bondarenko, R. P. Naumenko // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu.-2019.-№4.-С.96-102.

7. Франчук В.П. Горизонтальні класифікатори. Основи теорії і розрахунку: моногр. / В.П. Франчук, А.О. Бондаренко; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2016. – 111 с.

8. Bondarenko, A. O., Maliarenko, P.O., Zapara, Ievgen, Bliskun, S.P. (2020). Testing of the complex for gravitational washing of sand, Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (5), 26-32. <https://doi.org/10.33271/nvngu/20205/026>.

9. Розрахунок видатково-напірних параметрів системи відцентровий водяний насос - трубопровід : НДР / НТУ (Дніпровська політехніка); Науковий керівник А.О. Бондаренко. – 071319/24 . – Дніпро, 2024. Замовник Extra Service Trading Kft., Budapest, Hungary.

10. Bondarenko A.O., Shustov O.O., Pavlychenko, A.V., Adamchuk A.A. (2023). Substantiation of technological resource-saving conditions for the use of equipment in the sand deposit mining. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vol. 1269(1), 012024. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1269/1/012024>.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Методи дослідження процесів гідравлічної класифікації мінералів»
для здобувачів наукового ступеню доктора філософії спеціальностей
G11 Машинобудування, G16 Гірництво та нафтогазові технології

Розробники: Бондаренко Андрій Олексійович

В редакції автора

Підготовлено до виходу в світ
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842
49050, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19