



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства
та природокористування

Навчально-науковий механічний інститут

Кафедра будівельних, дорожніх, меліоративних,
сільськогосподарських машин і обладнання

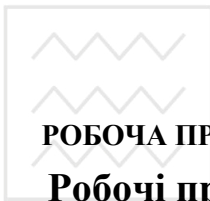
02-01-06

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної,
методичної та виховної роботи

_____ О.А. Лагоднюк

«___» _____ 20__ р.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

РОБОЧА ПРОГРАМА З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Робочі процеси машин барабанного типу

спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

спеціалізація «Обладнання хімічних виробництв і підприємств
будівельних матеріалів»

Рівне - 2016



Робоча програма навчальної дисципліни «Робочі процеси машин барабанного типу» для студентів за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування (Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів)». – Рівне: НУВГП, 2016. – 18 с.

Розробник: Науменко Ю.В., д-р техн. наук, доц., професор кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання

Протокол від 31 серпня 2016 р. № 1

Завідувач кафедри

Кравець С.В.

Схвалено науково-методичною комісією за галуззю знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

Протокол від 01 вересня 2016 р. № 1

Голова науково-методичної комісії

Кравець С.В.



1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика початкової дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань – 13 «Механічна інженерія»	Нормативна	
		Рік підготовки	
	Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»	5-й	6-й
		Семестр	
Модулів – 1	Спеціалізація «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів»	9-й	11-й
Змістових модулів – 3		Лекції	
Загальна кількість годин – 150		24	2
	Практичні, семінарські		
Тижневі години для денної форми навчання: аудиторних – 3,5 самостійної роботи студента – 6,5	Рівень вищої освіти: II (магістерський)	14	4
		Лабораторні	
		14	4
		Самостійна робота	
		98	140
		Вид контролю:	
екз.	екз.		

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 35 % до 65 %

для заочної форми навчання – 7 % до 93 %



2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Робочі процеси машин барабанного типу» є:

- ознайомлення із основами моделювання та аналізу робочих процесів і динамічних режимів доволі широкого класу машин барабанного типу багатогалузевого призначення, а також набуття практичних навичок прогнозування та керування поведінкою оброблюваних середовищ в робочих камерах і створення на основі цього вискоелективних процесів та обладнання підприємств будівельних матеріалів;
- формування здатності розуміти фізичну сутність робочих процесів барабанних машин та використовувати основні закони протікання технологічних процесів у комплексній виробничо-технологічній діяльності;
- формування здатності виконувати необхідні розрахунки основних технологічних та конструктивних параметрів барабанних машин на основі методів прогнозування та аналізу робочих процесів переробки робочих середовищ;
- формування творчого мислення, об'єднання фундаментальних знань основних законів і методів розрахунку технологічних процесів та конструкцій барабанних машин для переробки робочих середовищ з проведенням досліджень, із наступною обробкою і аналізом їх результатів;
- формування навичок самостійного проведення теоретичних та експериментальних досліджень у галузі робочих процесів машин барабанного типу.

Основним **завданням** дисципліни є:

- навчання досконало орієнтуватись у характеристиках, залежностях, закономірностях, ефектах та явищах взаємодії робочих органів із оброблюваними середовищами та їх впливі на робочі процеси машин барабанного типу із урахуванням тенденцій їх розвитку і трансформації на основі сучасних технологій;
- підготовка до виробничо-технологічної діяльності у галузі робочих процесів барабанних машин, що є



- конкурентоздатними на світовому ринку високих технологій;
- підготовка до проектно-конструкторської діяльності у галузі робочих процесів барабанних машин, що є конкурентоздатними на світовому ринку високих технологій;
 - підготовка до наукових досліджень для розв'язування задач, пов'язаних із розробкою інноваційних методів створення робочих процесів барабанних машин;
 - підготовка до самонавчання та неперервного професійного самовдосконалення.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: основи робочих процесів, тенденцій розвитку, методів аналітичних, чисельних та експериментальних досліджень, критеріїв подібності, динамічного аналізу режимів роботи, моделювання режимів руху та взаємодії оброблюваних середовищ із робочими органами, стійкості режимів руху, оцінювання ефективності робочих процесів машин барабанного типу;

вміти: застосовувати основні методи прогнозування та аналізу робочих процесів на практиці при розрахунку раціональних технологічних та основних конструктивних параметрів машин барабанного типу, а також самостійно працювати зі спеціальною науково-технічною та довідковою літературою.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Теоретичні основи робочих процесів машин барабанного типу

Тема 1. Принцип дії барабанних машин

Робочі процеси та застосування барабанних машин.

Конструктивні схеми барабанних машин.

Барабанні машини для виробництва будівельних матеріалів і конструкцій.



Барабанні машини міжгалузевого призначення.

Існуючі методики розрахунку барабанних машин.

Модель двофазного режиму руху зернистого заповнення обертової камери барабанної машини.

Розбіжність результатів розрахунку за двофазною моделлю із експериментальними даними.

Особливості експлуатації барабанних машин.

Тема 2. Динаміка обертання барабанних машин

Змінність інерційних параметрів барабанних машин.

Методика розв'язання задачі визначення обертання барабанної машини.

Застосування принципу твердіння механічної системи.

Рівняння динаміки обертання барабанної машини.

Застосування принципу встановлення ієрархії змінних механічної системи.

Рівняння перехідного обертання барабанної машини.

Задачі динаміки обертання барабанної машини.

Чисельне визначення перехідного режиму обертання барабанної машини.

Розрахунок корпусів тихохідних та швидкохідних барабанів.

Автоматичне зрівноважування корпусів барабанних машин.

Тема 3. Властивості робочих середовищ барабанних машин

Властивості рідин.

Реологічні моделі рідин.

Поняття зернистих матеріалів.

Класифікація властивостей зернистих матеріалів.

Розміри частинок зернистих матеріалів.

Упаковка частинок зернистих матеріалів.

Зміна об'єму зернистих матеріалів.

Густина об'єму зернистих матеріалів.

Зв'язні властивості зернистих матеріалів.

Кути природного укосу та обрушення зернистих матеріалів.

Реологічні моделі зернистих матеріалів.

Коефіцієнти та кути тертя зернистих матеріалів.



Змістовий модуль 2. Прогнозування режимів руху робочих середовищ машин барабанного типу

Тема 4. Режими руху рідкого заповнення обертової камери

Циркуляційний режим течії та режим у вигляді пристінкового шару.

Критерії подібності течії в обертовій камері.

Крайовий ефект течії в обертовій камері.

Стійкість руху пристінкового шару рідкого заповнення.

Характер взаємного переходу циркуляційного режиму течії та режиму пристінкового шару.

Ефект режимного гістерезису течії в обертовій камері.

Чисельне визначення течії в обертовій камері.

Постановка задачі.

Граничні умови.

Початкові умови.

Організація обчислювального процесу.

Результати розрахунку.

Тема 5. Режими руху зернистого заповнення обертової камери

Трифазний режим руху зернистого заповнення обертової камери.

Класифікація режимів руху зернистого заповнення.

Фрикційна взаємодія зернистого заповнення із поверхнею обертової камери. Умови проковзування. Кут підйому заповнення.

Закономірність утворення пристінкового шару зернистого заповнення.

Ефект усереднення реологічних властивостей зернистого заповнення обертової камери.

Посилення схожості поведінки зв'язного зернистого матеріалу із течією рідини в обертовій камері.

Тема 6. Моделювання режимів руху зернистого заповнення обертової камери

Гіпотеза суцільності зернистого середовища. Осереднені характеристики зернистих матеріалів.

Теорія швидких рухів зернистих матеріалів.



Реологічна поведінка зсувного потоку зернистого матеріалу.

Ідентичність умов переходу режимів руху зернистого та рідкого заповнення обертової камери.

Критерії подібності руху зернистого заповнення обертової камери.

Аналітичне моделювання поведінки зернистого заповнення обертової камери.

Визначення напруженого стану зернистого заповнення на початку деформування.

Визначення напружено-деформованого стану зернистого заповнення при усталеному режимі руху.

Експериментальне моделювання поведінки зернистого заповнення обертової камери. Метод візуалізації.

Змістовий модуль 3. Створення ефективних робочих процесів машин барабанного типу

Тема 7. Стійкість обертання барабаних машин

Прояв нестійкості обертання барабаних машин.

Традиційні методи прогнозування автоколивачь барабаних машин.

Основи теорії стійкості руху механічної системи. Автоколивання.

Стійкість обертання машинного агрегату барабанної машини.

Стійкість руху заповнення обертової камери.

Вплив структури зернистого заповнення обертової камери на автоколивання.

Частотні характеристики автоколивачь барабаних машин.

Чинники нестійкості обертання барабаних машин.

Визначення інерційних параметрів руху заповнення обертової камери.

Залежності зміни інерційних параметрів заповнення в усталеному та перехідному режимах руху.

Умови самозбудження автоколивачь барабаних машин із максимальною амплітудою.



Тема 8. Критерії ефективності робочих процесів барабанних машин

Випадковий характер робочих процесів барабанних машин.

Критерії ефективності робочих процесів барабанних машин, зумовлені режимом руху зернистого заповнення.

Комплексні характеристики ефективності робочих процесів.

Визначення критеріїв ефективності робочих процесів.

Масовий розподіл зон руху зернистого заповнення обертової камери.

Оборотність циркуляційного руху заповнення.

Швидкісні характеристики зон руху заповнення.

Енергетичні характеристики зон руху заповнення.

Псевдотемпература зсувного шару заповнення.

Динамічність активації зсувного шару заповнення.

Момент опору зернистого заповнення обертанню камери.

Потужність опору зернистого заповнення обертанню камери руху.

Ефект виникнення двох екстремальних динамічних станів руху зсувного шару зернистого заповнення обертової камери.

Комплексні характеристики продуктивності робочих процесів барабанних машин.

Комплексні характеристики енергетичної ефективності робочих процесів барабанних машин.

Тема 9. Напрями удосконалення робочих процесів барабанних машин

Універсальні функціональні залежності параметрів робочих процесів барабанних машин. Апроксимація залежностей.

Визначення технологічних та основних конструктивних параметрів барабанних машин за допомогою функціональних залежностей.

Застосування графічних залежностей.

Застосування аналітичних залежностей.

Розрахунок раціональних параметрів робочих процесів барабанних машин для виробництва будівельних матеріалів і конструкцій.



Концепція енергетичної селективності подрібнення в барабанних млинах. Стадійність подрібнення.

Обґрунтування раціональних параметрів стадій подрібнення в барабанних млинах.

Розрахунок раціональних технологічних та основних конструктивних параметрів барабанних млинів.

Робочі процеси багатостадійного подрібнення.

Робочі процеси автоколивного подрібнення.

Ефекти підвищення ефективності процесу подрібнення в барабанних млинах при зниженні швидкості обертання.

Ефект, зумовлений зниженням швидкості обертання.

Ефект, зумовлений самозбудженням автоколивань внутрішньокамерного завантаження.

Ефект, зумовлений зменшенням ступеня заповнення камери завантаженням.

Ефект, зумовлений зменшенням вмісту подрібнюваного матеріалу у внутрішньокамерному завантаженні.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усьо- го	у тому числі				усьо- го	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовий модуль 3. Створення ефективних робочих процесів машин барабанного типу										
Тема 1. Принцип дії барабанних машин	8	3	-	-	5	12,2	0,2	-	-	12
Тема 2. Динаміка обертання барабанних машин	13	3	-	2	8	12,2	0,2	-	-	12
Тема 3. Властивості робочих середовищ барабанних машин	6	2	-	-	4	10,2	0,2	-	-	10



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Разом за змістовим модулем 1	27	8	-	2	17	34,6	0,6	-	-	34
Змістовий модуль 2. Прогнозування режимів руху робочих середовищ машин барабанного типу										
Тема 4. Режим руху рідкого заповнення обертової камери	30	3	-	6	21	27,25	0,25	-	2	25
Тема 5. Режим руху зернистого заповнення обертової камери	18	3	-	4	11	18,25	0,25	-	2	16
Тема 6. Моделювання режимів руху зернистого заповнення обертової камери	13	2	-	-	11	17,2	0,2	-	-	17
Разом за змістовим модулем 2	61	8	-	10	43	62,7	0,7	-	4	58
Змістовий модуль 3. Створення ефективних робочих процесів машин барабанного типу										
Тема 7. Стійкість обертання барабанних машин	10	2	-	2	6	10,2	0,2	-	-	10
Тема 8. Критерії ефективності робочих процесів барабанних машин	9	3	-	-	6	12,25	0,25	-	-	12
Тема 9. Напрями удосконалення робочих процесів барабанних машин	43	3	14	-	26	30,25	0,25	4	-	26
Разом за змістовим модулем 3	62	8	14	2	38	52,7	0,7	4	-	48
Усього годин	150	24	14	14	98	150	2	4	4	140



5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Розрахунок параметрів процесу визначення в'язкості текучого матеріалу за допомогою барабанного реометра	1	-
2	Розрахунок параметрів процесу відцентрового формування трубчастих виробів із текучого матеріалу	1	0,5
3	Розрахунок параметрів процесу подрібнення в барабанному млині із роздавлюючим котком	1	-
4	Розрахунок параметрів процесу теплової обробки дисперсного зернистого матеріалу в швидкохідному барабані	1	-
5	Розрахунок параметрів процесу подрібнення в барабанному млині із автоколивним завантаженням та пружним елементом в приводі	2	1,5
6	Розрахунок параметрів процесу багатостадійного подрібнення в секційному барабанному млині	2	-
7	Розрахунок параметрів процесу подрібнення в барабанному млині зі змінною радіальною координатою перерізу камери	2	-
8	Розрахунок параметрів процесу багатостадійного подрібнення в барабанному млині із нециліндричною камерою	2	-
9	Розрахунок параметрів процесу зовнішньокамерного багатостадійного подрібнення в помольному агрегаті із барабанними млинами	2	2
Разом		14	4



6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Момент опору заповнення обертанню камери	2	-
2	Режими течії рідкого заповнення обертової камери	2	2
3	Ефект режимного гістерезису течії рідкого заповнення обертової камери	2	-
4	Крайовий ефект руху заповнення обертової камери	2	-
5	Режими руху незв'язного зернистого заповнення обертової камери	2	2
6	Ефект усереднення реологічних властивостей зернистого заповнення обертової камери	1	-
7	Ефект посилення схожості поведінки зв'язного зернистого заповнення обертової камери із течією рідини зі збільшенням зчеплення	1	-
8	Стійкість обертання заповненої камери	2	-
	Разом	14	4

7. Самостійна робота

Самостійна робота є методом засвоєння студентом навчального матеріалу у час, що є вільним від аудиторних занять. Самостійна робота студента над засвоєннями матеріалу з навчальної дисципліни може виконуватись у бібліотеці, навчальних аудиторіях та у домашніх умовах.

Розподіл годин самостійної роботи:



№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Опрацювання лекційного матеріалу, у тому числі:	26	90
	1.1. Опрацювання окремих тем програми, які викладались на лекціях	(12)	(72)
	1.2. Опрацювання окремих частин тем програми, які не викладались на лекціях	(14)	(18)
2	Підготовка до аудиторних практичних занять, у тому числі:	21	14
	2.1. Вивчення методичних вказівок перед виконанням практичних робіт	(7)	(2)
	2.2. Підготовка звітів про виконання практичних розрахункових робіт	(14)	(12)
3	Підготовка до аудиторних лабораторних занять, у тому числі:	21	6
	3.1. Вивчення методичних вказівок перед проведенням лабораторних робіт	(7)	(2)
	3.2. Підготовка звітів про виконання лабораторних робіт	(14)	(4)
4	Підготовка до контрольних заходів	30	30
Всього самостійна робота		98	140

7.1. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	2	3	4
Окремі теми програми, які викладались на лекціях			
1	Принцип дії барабанних машин	1,5	9
2	Динаміка обертання барабанних машин	1,5	9



1	2	3	4
3	Властивості робочих середовищ барабанних машин	1	6
4	Режими руху рідкого заповнення обертової камери	1,5	9
5	Режими руху зернистого заповнення обертової камери	1,5	9
6	Моделювання режимів руху зернистого заповнення обертової камери	1	6
7	Стійкість обертання барабанних машин	1	6
8	Критерії ефективності робочих процесів барабанних машин	1,5	9
9	Напрями удосконалення робочих процесів барабанних машин	1,5	9
	Разом	12	72
Окремі частини тем програми, які не викладались на лекціях			
1	Змішаний ейлерова-лагранжевий підхід для чисельного визначення нестационарної течії в обертовій камері	7	9
2	Застосування пружнов'язкопластичної реологічної моделі поведінки зернистого заповнення обертової камери	7	9
	Разом	14	18
	Всього	26	90

8. Методи навчання

При викладанні навчальної дисципліни «Робочі процеси машин барабанного типу» використовуються інформаційно-ілюстративні та проблемні методи навчання із застосуванням:

- інтерактивних та проблемних лекцій у супроводі мультимедійної презентації;

- розрахунково-проектних практичних робіт із використанням друкованого та електронного роздаткового матеріалу;

- експериментальних лабораторних робіт у науково-практичній лабораторії;

- індивідуальних та групових науково-дослідних завдань.



9. Методи контролю

Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовуються такі методи оцінювання знань:

- оцінювання за захист звітів про виконання розрахункових практичних завдань;
- оцінювання за захист звітів про виконання експериментальних лабораторних робіт;
- оцінювання за виконання самостійної роботи;
- поточне тестування після вивчення кожного змістового модуля;
- підсумкове тестування (екзамен).

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота									Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3			40	100
18			21			21				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9		
6	6	6	7	7	7	7	7	7		

T1, T2 ... T9 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою
90-100	відмінно
82-89	добре
74-81	
64-73	задовільно
60-63	
35-59	незадовільно із можливістю повторного складання
0-34	незадовільно із обов'язковим повторним вивченням дисципліни



11. Методичне забезпечення

Методичні вказівки до виконання практичних та лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Робочі процеси машин барабанного типу» розміщено в університетській комп'ютерній мережі.

12. Рекомендована література

Базова

1. Сівко В.Й. Теорія обертових машин: Підручник / В.Й. Сівко, Ю.В. Науменко, М.П. Кузьмінець, К.Ю. Дейнека. – К., Рівне: НУВГП, 2015. – 527 с.

Допоміжна

1. Науменко Ю.В. Теоретичні основи робочих процесів машин барабанного типу: Монографія / Ю.В. Науменко, К.Ю. Дейнека. – Рівне: НУВГП, 2014. – 531 с.

2. Науменко Ю.В. Основи теорії робочих процесів барабанних млинів: Монографія / Ю.В. Науменко. – Рівне: НУВГП, 2014. – 336 с.

3. Науменко Ю.В. Основи теорії режимів роботи барабанних млинів: Монографія / Ю.В. Науменко. – Рівне: Видавництво СПД Зелент О.І., 2009. – 282 с.

4. Сівко В.Й. Напружено-деформований стан будівельних матеріалів в технологічних процесах виробництва: Підручник / В.Й. Сівко, В.А. Поляченко, М.П. Кузьмінець, Є.В. Сівко, Ю.В. Науменко. – К.: НТУ, 2010. – 352 с.

5. Рекомендації до розрахунку, проектування та експлуатації барабанних млинів багатостадійного подрібнення / Ю.В. Науменко. – Рівне: Видавництво СПД Зелент О.І., 2009. – 88 с.



13. Інформаційні ресурси

1. Освітньо-професійна програма за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування». – Рівне: НУВГП, 2015.
2. Кабінет Міністрів України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kmu.gov.ua/>
3. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rada.kiev.ua/>
4. Державна служба статистики України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
5. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/>
6. Обласна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.lib.rv.ua/>
7. Рівненська централізована бібліотечна система (м. Рівне, вул. Київська, 44) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.cbs.rv.ua/>
8. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka/>
9. Електронний ресурс розміщення в цифровому репозиторії / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ep3.nuwm.edu.ua/>

Програму склав:

професор кафедри БДМСМіО, д.т.н.

Ю.В. Науменко