

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ OK29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 17 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
комп'ютерно-інтегрованих
технологій, мехатроніки і
робототехніки

28 серпня 2024 р., протокол № 6

Голова Вченої ради
 Андрій ТКАЧУК

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
освітня програма «Комп'ютеризоване управління енергетичними системами»
факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
кафедра робототехніки, електроенергетики та автоматизації
ім. проф. Б.Б. Самотокаіна

Схвалено на засіданні кафедри
робототехніки, електроенергетики та
автоматизації

ім. проф. Б.Б. Самотокаіна

27 серпня 2024 р., протокол № 7

Завідувач кафедри

 Олексій ГРОМОВИЙ

Гарант освітньо-професійної
програми

 Анна ГУМЕНЮК

Розробник: старший викладач кафедри робототехніки, електроенергетики та
автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокаіна БОГДАНОВСЬКИЙ Мартін

Житомир
2024 – 2025 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 22 / 2</i>

Робоча програма навчальної дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітня програма «Комп'ютеризоване управління енергетичними системами» затверджена Вченою радою факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки від 28 серпня 2024 р., протокол № 6.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 3

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма здобуття вищої освіти	заочна форма здобуття вищої освіти
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 14 «Електрична інженерія»	Обов'язкова	
Модулів – 2	Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		1-й	-
Загальна кількість годин - 120		Семестр	
		1-й	-
Тижневих годин для денної форми здобуття вищої освіти: аудиторних -4 самостійної роботи – 3,5		Лекції	
	32 год.	-	
	Практичні		
	- год.	-	
	Лабораторні		
	32 год.	-	
	Самостійна робота		
56 год.	-		
Вид контролю: екзамен			

Частка аудиторних занять і частка самостійної та індивідуальної роботи у загальному обсязі годин з навчальної дисципліни становить:

для денної форми здобуття вищої освіти – 53 % аудиторних занять, 47 % самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 4

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є ознайомлення студентів із основними технологічними процесами, що супроводжують більшість існуючих видів виробництв, та технологічним обладнанням, що використовується. Розглядаються основний понятійний апарат та формалізація, що використовуються при описі та дослідженні технологічних систем, зазначаються основні характеристики їх роботи. Наводяться окремі методи організації проведення експериментів та розрахунків технологічних параметрів типових процесів.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є: розкриття суті та основних законів фізико-хімічних явищ, що супроводжують технологічні процеси з акцентом на генерацію та експлуатацію ресурсів та енергії у загальному регламенті їх перетворення. Ілюстрація апаратної реалізації основних видів процесів та призначення окремих технічних систем, класифікація та призначення технологічного обладнання. Представлення спрощених та узагальнених математичних моделей процесів, що супроводжують перетворення ресурсів та енергії в технологічних системах. Наведення основних методів експериментальних досліджень при визначенні структури та аналізу функціональних та технічних характеристик об'єктів управління.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних компетентностей, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та освітньою програмою «Комп'ютеризоване управління енергетичними системами»:

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

K07. Здатність працювати в команді.

K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та освітньою програмою «Комп'ютеризоване управління енергетичними системами»:

ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПР18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 5

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Загальна характеристика виробничих процесів. Механічні та гідромеханічні процеси

Тема 1. Історичні етапи та закономірності розвитку технологічних систем (К05, К19, ПР10)

Еволюційний перехід від накопичення практичних рецептів до складних кібернетичних систем управління. Доіндустріальний та ранній індустріальний етап, рецептурні підходи та практика виробництва на прикладі фільтрування, перегонка, сушіння, випарювання. Етап формування наукових основ. Розвиток хімічної промисловості. Створення холодильної техніки. Термодинамічні основи виробництва. Етап одиничних процесів та раціоналізації. Винахід електропривода та парової турбіни: центрифуги, відцентрові насоси та турбокомпресори. Роль точних знань та формування математичних залежностей, перехід до неперервного виробництва. Етап групових процесів та сучасних інформаційних технологій. Роль теорії систем, математичне моделювання та методи оптимізації. Технологія Трансформування технологій в кібернетичну систему. Впровадження нанотехнології та нано-інженерії.

Тема 2. Загальна характеристика виробничих процесів, систем та об'єктів технології (К05, К19, ПР10)

Основні поняття та визначення виробництва та технології. Класифікація технологічних процесів та апаратів. Загальна характеристика технологічних систем, об'єктів, технологічних та виробничих процесів. Представлення технологічних систем, як об'єктів дослідження. Структурний опис технічного об'єкту. Функціональний та технічний опис технологічної системи, поняття технологічного комплексу. Зміст технологічних операцій лиття, формування, гальванопластики, обробки різанням, обробка тиском, термічної і хіміко-термічної обробки, електрофізичної і електрохімічної обробки, нанесення покриття, складання, зварювання паяння, клепаання та контроль якості. Типові технологічні процеси виробництв. Взаємозв'язок процесів та систем, що їх реалізують. Загальні показники якості роботи технологічних систем та їх характеристика.

Тема 3. Властивості технологічних систем, як об'єктів керування (К05, К12, ПР10)

Поняття технологічної системи та технічного об'єкту. Особливості вивчення реальних процесів та їх представлення. Структурні схеми при вивченні одиничних та групових процесів багатомірних об'єктів. Приклади структурного

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 6

та функціонального опису роботи технічних систем. Властивості ємності та самовирівнювання об'єктів керування. Режими роботи технологічних систем. Основні параметри надійності та продуктивності технологічних систем.

Тема 4. Математичні моделі, характеристики і показники технологічних систем та їх елементів (К02, К12, ПР10, ПР18)

Основи побудови математичних моделей технічних систем як об'єктів керування (ОК). Поняття статичного (усталеного) та динамічного (перехідного) режимів роботи. Залежність вихідного параметра від вхідного, чутливість системи через крутизну характеристики. Порівняння статичних та астатичних об'єктів, особливості їх керування. Динамічний режим зміни параметрів у часі. Аналітичний та експериментальний підходи до моделювання, а також використання диференціальних рівнянь для опису неперервних лінійних систем. Приклади отримання та визначення статичних та динамічних характеристик гідравлічного резервуара та двигуна постійного струму. Демонстрація переходу від фізичних законів (баланс мас, моментів) до уніфікованого рівняння динаміки першого низьких порядків.

Тема 5. Типові механічних процеси подрібнення матеріалу (К02, К05, К07, К12, К12, К19, ПР10, ПР18)

Основні технологічні процеси подрібнення матеріалів. Мета, класифікаційні ознаки, технологічні методи та оцінка процесів подрібнення. Характеристики та рушійні сили процесів подрібнення. Визначення ступеню подрібнення за використанням поверхневої та об'ємної торії. Приклад розрахунку ступеню подрібнення. Машина для подрібнення матеріалів: технологічний метод та характеристики процесу подрібнення. Розділення сипучих матеріалів (механічне сортування). Характеристики та рушійні сили процесів розділення. Оцінка механічної та електричної потужності. Схеми просіювання за використанням решіт. Повітряне сортування. Рушійні сили, машини та основні параметри їх роботи при реалізації повітряного сортування.

Тема 6. Типові механічних процеси обробки металів (К02, К05, К07, К12, К12, К19, ПР10, ПР18)

Історія розвитку та сфери використання обробки металів. Розробка маршрутної та операційних карт на прикладі колінчастого валу автомобіля. Основні операції обробки тиском, рушійні сили процесів та характеристика: штампування, пресування, кування, волочіння, прокатка, гідроформування. Приклади реалізації в автомобільному будівництві. Основні операції обробки різанням, рушійні сили процесів та характеристика: токарні, фрезерна, свердлувальна, шліфувальна, протягувальна (брошувальна) та різання

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 7

високоточними методами. Технологічні та енергетичні характеристики та їх порівняння.

Тема 7. Типові гідромеханічні процеси відцентрового розділення неоднорідних систем (К02, К05, К07, К12, К12, К19, ПР10, ПР18)

Поняття неоднорідних систем та їх класифікація. Основні принципи розділення неоднорідних систем. Очищення повітря від газів та пилу: загальна характеристика неоднорідної системи, визначення ступеню розділення компонентів системи, основні методи очищення повітря. Розділення суспензій та емульсій: загальна характеристика неоднорідних систем. Будова та характеристики скрубєрів, циклонів та центрифуг. Промислове застосування.

Тема 8. Типові гідромеханічні процеси фільтрування (К02, К05, К07, К12, К12, К19, ПР10, ПР18)

Основні методи розділення: фільтрування та центрифугування. Поняття фільтруючого агенту та його властивості, рушійні сили процесу фільтрування. Закон Дарсі та режими фільтрації. Основні машини центрифугування та їх характеристики: фільтр-преси, вакуум-фільтри та патронні фільтри періодичної та безперервної дії. Чинники, що визначають швидкість фільтрування та якість розділення фаз. Промислове застосування.

МОДУЛЬ 2

Змістовий модуль 2. Теплові та масообмінні процеси. Надійність та організація експерименту

Тема 1. Термодинамічні засади організації технологічних процесів (К02, К05, К07, К12, К12, К19, ПР10, ПР18)

Визначення та формалізація трьох фундаментальних початків термодинаміки як наукова база для кількісного аналізу технологічних операцій. Перший початок : закон збереження енергії та еквівалентність теплоти і роботи. Основа складання енергетичного балансу систем. Другий початок: поняття ентропії як міри незворотності процесів та визначення спрямованості тепломасообміну в закритих системах. Третій початок: опис поведінки систем при наближенні до абсолютного нуля, важливих для кріогенних технологій. Використання термодинамічних потенціалів та ексєргії для оцінки максимальної корисної роботи системи та мінімізації енергетичних втрат у процесі трансформації речовини.

Тема 2. Основи теплообмінних процесів (К02, К05, К07, К12, К12, К19, ПР10, ПР18)

Визначення процесу теплообміну. Формування температурного поля та ізотермічних поверхонь. Стаціонарні умови передачі теплоти. Визначення

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 8

температурного напору. Рівняння теплового балансу. Визначення теплопровідності, теплового потоку та його густини, Основний закон теплопровідності: закон Фур'є. Термоізоляція теплових систем. Процес та математична модель передачі тепла через тонку роздільну стінку. Конвекційний теплообмін: визначення та основні властивості процесу. Визначення теплового потоку при конвекційному теплообміні, закон Ньютона-Ріхмана. Рушійні сили процесу конвекційного теплообміну. Вимушений та вільний рух середовища. Модель передачі тепла при конвекційному теплообміні. Характеристика теплообміну випромінюванням. Визначення теплового потоку та поверхневої його густини. Закон Стефана-Больцмана. Поняття подібності явищ та визначення ступеню подібності. Геометрична та часова подібність. Основні теореми подібності, їх суть та застосування.

Тема 3. Теплообмінні апарати виробництва та технологічні способи отримання тепла (К01, К04, К05, К11, К12, ПР04, ПР07)

Особливості передачі тепла в реальних технологічних системах. Види теплообмінних апаратів та їх основні характеристики. Умови перебігу та моделі процесів передачі тепла. Шляхи отримання та передачі тепла в теплообмінних апаратах: нагрівання парою, газами, електричним струмом, діелектричне нагрівання. Основні характеристики процесів та сфери їх застосування. Топкові пристрої та їх класифікація. Узагальнені схеми котельних установок, призначення та характеристика основних агрегатів. Параметри регулювання паросилових установок.

Тема 4. Холодильні установки та способи отримання холоду. Компресори та насоси (К01, К04, К05, К11, К12, ПР04)

Визначення та основні характеристики процесу охолодження. Властивості холодильних агентів, розповсюджених у виробництві. Технологічні способи отримання холоду. Компресійні та абсорбційні холодильні установки: функціональні схеми, основні елементи, рушійні сили процесу охолодження. Визначення коефіцієнту корисної дії холодильних установок. Типи та призначення компресорів та насосів. Будова та опис робочого циклу поршневого компресора. Визначення ступеню стиску. Багатоступінчатий стиск. Ротаційні, осьові та струйні компресори та насоси. Розрахунок основних показників роботи компресорів та насосів.

Тема 5. Масообмінні процеси та їх конструктивні рішення (К01, К04, К05, К11, К12, ПР04)

Визначення та основні фактори, що зумовлюють масообмін. Види масообмінних процесів. Абсорбція: способи абсорбування та технічна їх реалізація. Характеристики та призначення абсорберів. Адсорбція: види

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 9

адсорбентів та технічна реалізація процесу. Призначення та сфери застосування адсорберів. Процеси перегонки та ректифікації: схема процесів, рушійні сили та технічна реалізація. Кристалізація: умови протікання процесу та основні характеристики, сфери застосування, способи формування кристалів. Екстракція: компоненти системи, види екстракції, умови протікання процесу, технічна реалізація, сфери застосування. Сушка: визначення та рушійні сили процесу, види сушарок та особливості їх застосування.

Тема 6. Кінетика технологічних перетворень (К01, К04, К05, К11, К12, ПР04)

Визначення закономірності зміни стану системи у часі, характеристика зміни швидкості процесу. Лінійному рівнянні переносу, залежність від щільності потоку маси або енергії, кінетичного коефіцієнта та потенціалу (градієнт концентрації, температури чи тиску). Порівняння з дифузією. Основи кінетики перетворень, вплив рівняння Ареніуса на швидкість хімічних реакцій. Методи визначення лімітуючих стадій процесу для розрахунку тривалості виробничих операцій та габаритів технологічного обладнання в умовах нестационарних температурних і концентраційних полів.

Тема 7. Надійність та продуктивність технологічних систем (К01, К04, К05, К11, К12, ПР04)

Оцінка здатності технологічної системи зберігати працездатність у часі. Фактори та показники надійності систем. Імовірність безвідмовної роботи, наробку між відмовами та коефіцієнт готовності. Вплив стійких відмов та короткочасних збоїв на технічну продуктивність лінії, коефіцієнт технічного використання. Функціональна точність ТС межі поля допуску та умови технологічної відмови. Моделювання процесів відновлення та розрахунок надійності для обґрунтування стратегії технічного обслуговування та мінімізації простоїв автоматизованих виробничих комплексів. Методи формування прогнозних моделей (на прикладі трансформатора напруги).

Тема 8. Організація та планування експерименту в технологічних системах (К01, К04, К05, К11, К12, ПР04, ПР18)

Методика проведення цілеспрямованих досліджень для отримання математичної моделі процесу. Планування за Р. Фішером шляхом варіювання факторів одночасно, порівняння з класичним планом. Методи побудови повного факторного експерименту (ПФЕ) та дробового факторного експерименту (ДФЕ), знаходження адекватного математичного опису «чорної скриньки». Рандомізація та кодування факторів, забезпеченні незалежності оцінок ефектів кожного факторів та коректне використання апарату математичної статистики для виявлення справжніх закономірностей функціонування технологічної системи в

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 22 / 10</i>

умовах виробничих збурень. Перевірка відтворюваності (критерій Кохрена)
Статистичний контроль якості експериментальних даних. Критерій Стьюдента.
Апроксимація даних вимірювання методом найменших квадратів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 11

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	Всього	Лекції	Лабораторні	Практичні	Самостійна робота	Всього	Лекції	Лабораторні	Практичні	Самостійна робота
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
МОДУЛЬ 1										
Змістовий модуль 1. Загальна характеристика виробничих процесів. Механічні та гідромеханічні процеси										
Тема 1. Історичні етапи та закономірності розвитку технологічних систем	6	2	-	-	4	-	-	-	-	-
Тема 2. Загальна характеристика виробничих процесів, систем та об'єктів технології	7	2	2	-	3	-	-	-	-	-
Тема 3. Властивості технологічних систем, як об'єктів керування	6	2	4	-	4	-	-	-	-	-
Тема 4. Математичні моделі, характеристики і показники технологічних систем та їх елементів	9	2	4	-	3	-	-	-	-	-
Тема 5. Типові механічних процеси подрібнення матеріалу	8	2	2	-	4	-	-	-	-	-
Тема 6. Типові механічних процеси обробки металів	7	2	2	-	3	-	-	-	-	-
Тема 7. Типові гідромеханічні процеси відцентрового розділення неоднорідних систем	5	2	-	-	3	-	-	-	-	-
Тема 8. Типові гідромеханічні процеси фільтрування	7	1	2	-	4	-	-	-	-	-
Модульний контроль 1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Разом змістовий модуль 1	60	16	16	-	28	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 2. Теплові та масообмінні процеси. Надійність та організація експерименту										
Тема 1. Термодинамічні засади організації технологічних процесів	16	2	2	-	4	-	-	-	-	-
Тема 2. Основи теплообмінних процесів	14	2	2	-	3	-	-	-	-	-
Тема 3. Теплообмінні апарати виробництва та технологічні способи отримання тепла	14	2	4	-	3	-	-	-	-	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 12

Тема 4. Холодильні установки та способи отримання холоду. Компресори та насоси	14	2	-	-	4	-	-	-	-	-
Тема 5. Масообмінні процеси та їх конструктивні рішення		2	2	-	3	-	-	-	-	-
Тема 6. Кінетика технологічних перетворень		2	2	-	4	-	-	-	-	-
Тема 7. Надійність та продуктивність технологічних систем		2	-	-	3	-	-	-	-	-
Тема 8. Організація та планування експерименту в технологічних системах		1	4	-	4	-	-	-	-	-
Модульний контроль 2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Разом змістовний модуль 2	60	16	16	-	28	-	-	-	-	-
ВСЬОГО	120	32	32	-	56	-	-	-	-	-

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
МОДУЛЬ 1			
Змістовний модуль 1. Загальна характеристика виробничих процес механічні та гідромеханічні процеси			
1	Дослідження технологічного процесу виготовлення паперу	4	-
2	Дослідження технологічного процесу виготовлення багатошарових керамічних друкованих плат за технологією LT	4	-
3	Основи гідростатичного розрахунку теплової мережі.	4	-
4	Основи розрахунку та вибору елементів парової котельні	4	-
Змістовний модуль 2. Теплові та масообмінні процеси			
5	Дослідження процесу тонкого фільтрування води на ТОВ “Магія комфорту”	4	-
6	Дослідження технологічного процесу виготовлення скляної тари на ПАТ “Біо Мед Скло”	4	-
7	Дослідження технологічного процесу виготовлення трубного прокату (ДП “ЄвроГолд Індестризіз Лтд”)	4	-
8	Організація проведення статистичного експерименту та обробка даних.	4	-
РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 1		32	-
РАЗОМ		32	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 13

6. Завдання для самостійної роботи

Самостійна робота студента є невід'ємною частиною процесу навчання, що спрямована на оволодіння студентом додаткових знань у вільний від аудиторного навантаження час. З урахуванням розподілу загального навчального часу, структура та зміст тем самостійного вивчення підібрані з позиції доповнення предметної області знань з метою поглиблення у навчальний процес.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
МОДУЛЬ 1			
Змістовний модуль 1. Загальна характеристика виробничих процес механічні та гідромеханічні процеси			
1	Тема 1. Перехід від ремесла до наукових основ. Трансформація технології з описового «ремесла» у наукову дисципліну в середині XIX століття змінила підхід до розрахунку виробничих потужностей. Відсутність кількісного обґрунтування на ранніх та слабка економіка ефективність перших мануфактур	4	-
2	Тема 2. Еволюція циклів впровадження інновацій. Причини стрімкого скорочення термінів впровадження наукових відкриттів. Роль у системного підходу та математичного моделювання у розвитку технологій	3	-
3	Тема 3. Загальні показники якості роботи технологічних систем та їх характеристика	4	-
4	Тема 4. Групування видів процесів. Спільність умов однозначності та відокремлення конкретного одиничного явища з загального класу технологічних процесів	3	-
5	Тема 5. Класифікація, принцип дії, області застосування і основні параметри роботи типових апаратів механічної обробки	4	-
6	Тема 6. Порівняльний аналіз енергомісткості процесу за об'ємною та поверхневою теоріями руйнування для різних типів твердих тіл	3	-
7	Тема 7. Класифікація, принцип дії, області застосування і основні параметри роботи типових апаратів гідромеханічної обробки	3	-
8	Тема 8. Вплив фізико-хімічного стану суміші на вибір між режимами екзофільтрації та ендофільтрації. Особливості використання фактора розділення (числа Фруда) для інтенсифікації прояснення рідин у тарілчастих сепараторах.	4	-
РАЗОМ МОДУЛЬ 1		28	-
МОДУЛЬ 2			
Змістовний модуль 1. Теплові та масообмінні процеси. Надійність та організація експерименту			
9	Тема 1. Явище передачі теплоти. Способи теплообміну та їх характеристика. Рівняння передачі теплоти. Закон теплового балансу	4	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 14

10	Тема 2. Види теплообмінних апаратів. Модель теплообміну через одношарову стінку. Способи нагрівання: паром, гарячими рідинами, газами, випромінюванням	3	-
11	Тема 3. Методи створення низьких температур. Принцип роботи промислових холодильників. Класифікація компресорних та насосних установок: конструктивне оформлення та характеристики	3	-
12	Тема 4. Види масообмінних процесів та їх характеристика: абсорбція, адсорбція, перегонка і ректифікація, кристалізація, екстракція, сушка. Принципи роботи масообмінних апаратів та застосування у виробництві	4	-
13	Тема 5. Абсорбція. Порівняння ефективності дзеркальних і плівкових поверхневих абсорберів при переробці агресивних газових середовищ. Ректифікація та дистиляція. Зміна коефіцієнтів ректифікації домішок (головних, проміжних, хвостових) залежно від концентрації етанолу в рідкій фазі.	3	-
14	Тема 6. Методи визначення лімітуючої стадії складного процесу (дифузійна чи власне кінетична область) в кінетичних перетвореннях на основі енергії активації.	4	-
15	Тема 7. Обґрунтування вибору між повним (ПФЕ) та дробовим (ДФЕ) факторним експериментом при значній кількості вхідних чинників. Механізм переведення систематичних похибок у випадкові за допомогою побудови греко-латинських квадратів у виробничих умовах при рандомізації факторів	3	-
16	Тема 8. Вплив кількості паралельних дослідів на потужність статистичної перевірки гіпотези про однорідність дисперсій. Співвідношення кроку переміщення та градієнта функції відгуку при використанні методу крутого сходження.	4	-
РАЗОМ МОДУЛЬ 2		28	-
РАЗОМ		56	-

7. Індивідуальні завдання

Здобувач вищої освіти має підготувати технічну презентацію обсягом 8-12 слайдів на одну із наступних тем. Структура презентації має містити тему, мету, парадигму, розкритий зміст із ключовими відмінностями, сферу використання та висновки. Використовувати математичну формалізацію при описі зв'язків. Дотримуватись ідеї «чорної скриньки» розглядаючи об'єкт через його реакцію на вхідні впливи, не заглиблюючись без потреби у внутрішню складність, якщо це дозволяє мета. Зважати на чинник часу при описі складних систем через врахування незворотності процесів та зміни параметрів у часі (ентропія, знос обладнання тощо).

№ з/п	Назва теми
1	Експеримент як метод наукового пізнання: структура, мета та об'єкти прикладних

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10-05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 15

	досліджень.
2	Моделювання технологічної системи за принципом «чорної скриньки».
3	Класифікація та аналіз вхідних факторів (X1, X2, X3) у технологічних системах.
4	Методика проведення активного багатофакторного експерименту типу 2k.
5	Рандомізація дослідів як засіб усунення невідомих систематичних похибок.
6	Застосування латинських та греко-латинських квадратів у плануванні дослідів.
7	Перевірка відтворюваності результатів експерименту за критерієм Кохрена.
8	Оцінка значущості коефіцієнтів математичної моделі за критерієм Стьюдента.
9	Апроксимація експериментальних даних методом найменших квадратів.
10	Критерій Фішера та перевірка адекватності побудованих моделей.
11	Методика кодування натуральних факторів при побудові план-матриць.
12	Метод кругого сходження (градієнтний пошук) для знаходження оптимуму.
13	Надійність та безвідмовність як показники ефективності технологічних систем.
14	Продуктивність та коефіцієнт готовності автоматичних ліній.
15	Функціонально-модульний принцип проектування технологічних систем.
16	Застосування планів другого порядку для опису складних нелінійних процесів.
17	Динамічне програмування в задачах структурної оптимізації виробництва.
18	Термодинамічні засади виробництва: закони збереження маси та енергії.
19	Еволюція технологічних укладів: від парової машини до нанотехнологій.
20	Генна інженерія та біосенсори в сучасних промислових технологіях.

8. Методи навчання

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються методи навчання, що сприяють досягненню відповідних програмних результатів.

Результат навчання	Методи навчання
ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.	<ul style="list-style-type: none"> – Вербальні методи (лекція, пояснення) – Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація) – Практичні методи (виконання різних видів вправ, практичних завдань, розробка документів) – Ситуаційний метод – Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, проведення розрахунків, підготовка доповідей)
ПР18. Вміти самостійно вчитися, опанувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням	<ul style="list-style-type: none"> – Вербальні методи (лекція, пояснення) – Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація) – Практичні методи (виконання різних видів вправ, практичних завдань, розробка документів) – Ситуаційний метод – Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, проведення розрахунків, підготовка доповідей)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 16

9. Методи контролю

Перевірка досягнення програмних результатів навчання здійснюється з використанням наступних методів.

Результат навчання	Методи контролю
ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.	<ul style="list-style-type: none"> – Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання – Перевірка виконання домашніх завдань, практичних завдань, вправ, кейсів – Експрес-тестування – Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань – Перевірка виконання та захист лабораторних робіт – Самооцінювання та взаємооцінювання – Модульний контроль – Екзамен
ПР18. Вміти самостійно вчитися, опанувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням	<ul style="list-style-type: none"> – Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання – Перевірка виконання домашніх завдань, практичних завдань, вправ, кейсів – Експрес-тестування – Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань – Перевірка виконання та захист лабораторних робіт – Самооцінювання та взаємооцінювання – Модульний контроль – Екзамен

10. Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Державному університеті «Житомирська політехніка» та розподілу балів, що наведений нижче.

Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни включає:

– поточний, модульний та підсумковий контроль – для здобувачів денної форми навчання.

Поточний контроль проводиться для оцінювання рівня засвоєння знань, формування умінь і навичок здобувачів вищої освіти впродовж вивчення ними

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 17

матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять.

Модульний контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти за модуль (змістові модулі) навчальної дисципліни. Модульний контроль проводиться під час навчального заняття після завершення вивчення матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Модульний контроль здійснюється у письмовій формі.

Підсумковий контроль проводиться для підсумкового оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється після завершення вивчення навчальної дисципліни. Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену. Процедура складання екзамену визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

Розподіл балів з навчальної дисципліни

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр
Семестр 1	
Для здобувача денної форми навчання	
Виконання завдань поточного контролю	60
Виконання завдань модульного або підсумкового контролю	40
Підсумкова семестрова оцінка	100

Розподіл балів за виконання завдань поточного контролю

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Семестр 1		
Виконання завдань під час навчальних занять	56	-
Виконання завдань самостійної роботи	4	-
Виконання науково-дослідної роботи та інших видів робіт (додаткові – заохочувальні бали): – участь у наукових конференціях (написання тези доповідей та презентація доповіді на конференції), семінарах або інших наукових заходах; – реферативна робота, спрямована на висвітлювання сучасних технологічних процесів за видами діяльності;	до 10	-
Разом за виконання завдань поточного контролю	60	-

Розподіл балів за виконання завдань під час навчальних занять

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр
-----------------------------------	----------------------------

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 18

	денна форма	заочна форма
Семестр 1		
Відповіді (виступи) на заняттях 1 бал за правильну відповідь	8	-
Всього за лабораторну роботу №1 1 бал - звіт неповний 2 бали - звіт повний 1 бал за неповну відповідь на усне питання 1 2 бали за правильну відповідь на усне питання 1 1 бал за неповну відповідь на усне питання 2 2 бали за правильну відповідь на усне питання 2	6	-
Всього за лабораторну роботу №2	6	-
Всього за лабораторну роботу №3	6	-
Всього за лабораторну роботу №4	6	-
Всього за лабораторну роботу №5	6	-
Всього за лабораторну роботу №6	6	-
Всього за лабораторну роботу №7	6	-
Всього за лабораторну роботу №8	6	-
Разом за виконання завдань під час навчальних занять	56	-

З метою застосування цілих чисел для оцінювання результатів роботи здобувачів під час навчальних занять може використовуватися 100-бальна шкала оцінювання щодо кожного окремо виду робіт. Розрахунок загальної кількості балів, які здобувач може набрати за результатами роботи під час навчальних занять протягом семестру, проводиться за формулою:

$$P_{\text{НЗ}} = \sum(P_i \times BK_i) \times K_{\text{НЗ}}, \quad (1)$$

де $P_{\text{НЗ}}$ – загальна кількість балів, набраних здобувачем за виконання завдань під час навчальних занять за семестр;

P_i – кількість набраних здобувачем балів за семестр за виконання i -го виду робіт під час навчальних занять (за 100-бальною шкалою);

BK_i – ваговий коефіцієнт за виконання i -го виду робіт під час навчальних занять. Значення вагових коефіцієнтів розраховуються шляхом ділення кількості балів, яка передбачена за виконання окремого виду робіт під час навчальних занять, на сумарну кількість балів за виконання усіх видів робіт під час навчальних занять за семестр;

$K_{\text{НЗ}}$ – коригувальний коефіцієнт, який визначається шляхом ділення кількості балів, що передбачена за виконання завдань під час навчальних занять за семестр, на 100 балів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 19

Розподіл балів за виконання завдань модульного контролю

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань модульного контролю Написання двох МКР у формі тесту. 20 запитань в кожній з 5-10 варіантами відповідей (текст, числа та їх поєднання). 1 письмове питання: 1 бал – відповідь правильна 0 балів – відповідь не правильна.	40	-
Разом за виконання завдань модульного контролю	40	-

Якщо здобувач вищої освіти денної форми навчання виконав завдання модульного контролю і з урахуванням отриманих балів за поточний контроль набрав у сумі 60 балів або більше, він може погодити дану оцінку в електронному кабінеті і вона стане семестровою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни.

Якщо здобувач вищої освіти денної форми навчання під час вивчення навчальної дисципліни набрав 60 балів або більше і бажає покращити свій результат успішності, він проходить процедуру підсумкового контролю у формі екзамену. Набрані бали за виконання завдань підсумкового контролю, а також бали за поточний контроль сумуються і формується семестрова оцінка з навчальної дисципліни. Бали, які здобувач вищої освіти набрав за виконання завдань модульного контролю, при цьому не враховуються під час розрахунку семестрової оцінки з навчальної дисципліни.

Здобувач вищої освіти допускається до процедури підсумкового контролю у формі екзамену, якщо за виконання завдань поточного контролю набрав 20 балів або більше.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав 15-19 балів, він отримує право за власною заявою опанувати окремі теми (змістові модулі) навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми. Вивчення окремих складових навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, здійснюється у вільний від занять здобувача вищої освіти час.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав від 0 до 14 балів (включно), він вважається таким, що не виконав вимоги робочої програми навчальної дисципліни та має академічну заборгованість. Здобувач вищої освіти отримує право за власною заявою опанувати навчальну дисципліну у наступному семестрі понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми.

Процедура надання додаткових освітніх послуг здобувачу вищої освіти з метою вивчення навчального матеріалу дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, визначена у Положенні про надання

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 20

додаткових освітніх послуг здобувачам вищої освіти в Державному університеті «Житомирська політехніка».

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках окремих тем навчальної дисципліни, здійснюється викладачем за зверненням здобувача вищої освіти та представленням документів, які підтверджують результати навчання (сертифікати, свідоцтва, скріншоти тощо). Рішення про визнання та оцінка за відповідну частину освітнього компонента приймається викладачем за результатами співбесіди зі здобувачем вищої освіти.

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках цілого освітнього компонента, здійснюється за процедурою, яка визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

Шкала оцінювання

Шкала ЄКТС	Національна шкала	100-бальна шкала
A	Відмінно	90-100
B	Добре	82-89
C		74-81
D	Задовільно	64-73
E		60-63
FX	Незадовільно	35-59
F		0-34

11. Глосарій

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
1	Технологічна система	Technological system
2	Чорна скринька	Black box
3	Математична модель	Mathematical model
4	Надійність	Reliability
5	Продуктивність	Productivity
6	Коефіцієнт готовності	Availability factor
7	Факторний експеримент	Factorial experiment
8	Функція відгуку	Response function

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 21

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
9	Масообмін	Mass transfer
10	Ректифікація	Rectification
11	Абсорбція	Absorption
12	Адсорбція	Adsorption
13	Екстракція	Extraction
14	Сушіння	Drying
15	Кристалізація	Crystallization
16	Конвекція	Convection
17	Теплопровідність	Thermal conductivity
18	Випромінювання	Radiation
19	Фільтрування	Filtration
20	Технологічний комплекс	Technological complex

12. Рекомендована література

Основна література

1. Пальчевський Б.О. Дослідження технологічних систем. Моделювання проектування оптимізація. – Львів: Світ, 2001. – 232с.
2. Остапчук. М. В. Рибак А.И. Система технологій (за видами діяльності): Навчальний посібник. – К.: ЦУЛ, 2003. – 888с.
3. Основні процеси машини та апарати хімічних виробництв: Підручник / І. В. Коваленко, В. В. Маліновський. –К.: Інрес: Воля, 2006. – 264с.: іл.
4. Основні залежності та приклади розрахунків теплообмінних апаратів друк [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів, які навчаються за напрямком „Машинобудування” спеціальність "Обладнання хімічних виробництв та підприємств будівельних матеріалів"/ НТУУ „КПІ”/ уклад. Воронін Л.Г., Ружинська Л.І – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. - Назва з екрана <http://library.kpi.ua:8080/handle/123456789/697> від 15.02.2011 р. 68 с.

Допоміжна література

5. Конспект лекцій з курсу «Планування і обробка результатів експерименту» (для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / Харків. нац. унт міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : Л. А. Назаренко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 163 с
6. Сергєєв П. В. Комп'ютерне моделювання технологічних процесів переробки корисних копалин : практикум / П. В. Сергєєв, В. С. Білецький. – Маріуполь : Східний видавничий дім, 2016. – 118 с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК29-2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 22 / 22</i>

7. Паранчук Я. С. Обчислення та програмування в MathCAD. Підручник. Гриф МОН України. / Я.С.Паранчук, В.І.Мороз. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2013. – 365с.

13. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. MIT OpenCourseWare: Manufacturing Processes. Безкоштовні курси від Массачусетського технологічного інституту. Тут можна знайти лекції, конспекти та завдання з курсів "Процеси виготовлення" та "Автоматизація виробництва. [електронний ресурс]: https://ocw.mit.edu/search/?d=Mechanical%20Engineering&s=department_course_numbers.sort_coursenum

2. DirectIndustry. Віртуальна виставка обладнання Найбільший у світі онлайн-каталог промислового обладнання. Тут можна знайти 3D-моделі, технічні специфікації та відео роботи реальних сучасних агрегатів від провідних виробників. [електронний ресурс]: <https://www.directindustry.com/>