

**Міністерство освіти і науки України
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова**

«ЗАТВЕРДЖЕНО»
на засіданні Вченої ради
НПУ імені М.П. Драгоманова
“ ____ ” _____ 20__ р.
Протокол № ____
Проректор з навчально-
методичної роботи
професор Вернидуб Р.М.

ПРОГРАМА
нормативної навчальної дисципліни
”ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ”

освітнього рівня бакалавр
галузі знань 0101 Педагогічна освіта
напряму підготовки 6.010104 Професійна освіта
за профілем "Харчові технології"

Шифр за навчальним планом ППП 3.1.22

Київ
2015 рік

УДК 664.1(054)
ББК 36.81я73
П84

Розробник програми:

Жеплінська Марія Михайлівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри промислової інженерії та сервісу Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова.

Рецензенти:

Зубар Надія Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри промислової інженерії та сервісу Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова;

Зав'ялов Володимир Леонідович, доктор технічних наук, професор кафедри процесів і апаратів харчових виробництв Національного університету харчових технологій

Обговорено та рекомендовано до видання на засіданні Науково-методичної ради НПУ імені М. П. Драгоманова

« ___ » _____ 20 ___ року, протокол № ___

Голова НМР _____ В.П. Сергієнко

УДК 664.1(054)
ББК 36.81я73

© Видавництво НПУ імені М. П. Драгоманова, 2015
© Жеплінська М.М., 2015

I. Пояснювальна записка

Програма нормативної навчальної дисципліни «Процеси та апарати харчових виробництв» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки фахівців освітнього рівня *бакалавр*, галузі знань 0101 Педагогічна освіта, спеціальності 6.010104 Професійна освіта за профілем «Харчові технології».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є основні технологічні процеси і апарати харчових технологій.

Міждисциплінарні зв'язки. Вивчення навчальної дисципліни «Процеси та апарати харчових виробництв» базується на знаннях, які студенти отримали після вивчення дисциплін циклу фундаментальної, природничо-наукової підготовки: фізики, вищої математики. Найбільшою мірою дисципліна спирається на теоретичні знання і практичні навички, сформовані при вивченні навчальних дисциплін «Електротехніка», «Технічна механіка» та «Товарознавство».

Дисципліна «Процеси та апарати харчових виробництв» є важливою для вивчення студентами таких дисциплін: «Технологія галузі», «Харчові технології», «Організація харчових виробництв», «Проектування харчових виробництв з основами САПР».

Знання, отримані при вивченні дисципліни, можуть бути використані при написанні курсових і бакалаврських робіт.

Мета і завдання навчальної дисципліни.

Метою навчальної дисципліни «Процеси та апарати харчових виробництв» є набуття студентами необхідних знань і навичок щодо основних технологічних процесів та апаратів, забезпечення опанування студентами методик розрахунку апаратів, принципів моделювання і оптимізації та застосування їх у майбутній професійній діяльності.

Завдання навчальної дисципліни «Процеси та апарати харчових виробництв» - навчити студентів застосуванню основних положень дисципліни: основ гідравліки; основ теорії загальних технологічних процесів,

основ розрахунку процесів і апаратів; шляхів інтенсифікації технологічних процесів та їх оптимального застосування в галузі.

Основні результати навчання і компетентності згідно з вимогами освітньо-професійної програми:

№ з/п	Результати навчання	Компетентності
1	<p>Знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основні процеси і апарати харчової промисловості; - основи теорії загальних технологічних процесів. <p>Вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - добрати процес (або комплекс процесів і апаратів) для здійснення певної технологічної операції; - накреслити схему апарату. 	<p>Виробнича компетентність педагога:</p> <p>здатність організовувати навчально-виробничий процес на основі відповідних нормативно-правових документів, науково обґрунтованих рекомендацій, положень та знань з процесів та апаратів харчових виробництв, сприяння цілісному поєднанню професійного навчання з виробничою працею.</p>
2	<p>Знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основи розрахунку процесів і апаратів з урахуванням питань екології; - зв'язок загальних процесів з спеціальними процесами; <p>Вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - визначити основні параметри процесу і розміри апарату та вказати можливий шлях удосконалення процесу і апарата. 	<p>Інженерно-технічна галузева компетентність:</p> <p>володіння знаннями типових технологічних процесів і апаратів харчових виробництв та здатність проводити підбір обладнання, що відповідає особливостям виробництва і технологічним вимогам, аналізувати режим його використання, забезпечуючи високу якість продукції, використання енергоресурсного обладнання.</p>
3	<p>Знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - шляхи інтенсифікації технологічних процесів та їх оптимізацію; - основні фактори, які впливають на ефективність роботи апаратів; <p>Вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вирішувати питання раціонального вибору обладнання для виробництва продуктів харчування - оптимізувати параметри роботи обладнання харчового виробництва відповідно до сучасних вимог його експлуатації; - самостійно приймати рішення щодо здійснення того чи іншого процесу. 	<p>Виробничо-технологічна галузева компетентність:</p> <p>володіння знаннями та вміння забезпечувати виконання технологічного процесу виробництва продукції з використанням нових видів професійного устаткування відповідно до нормативно-технологічної документації, санітарно-гігієнічних вимог, системи управління якістю, керувати технологічним процесом їх виробництва, здійснювати вхідний контроль сировини, матеріалів, що використовуються для їх виготовлення та забезпечувати якість готової продукції.</p>

II. Примірний тематичний план

На вивчення навчальної дисципліни «Процеси та апарати харчових виробництв» відводиться 10 кредитів ЄКТС 360 годин.

№ з/п	Назва модулів і тем	Кількість годин					
		Всього	Аудиторні години				Самостійна роб.
			Всього аудиторних	Лекції	Лабораторні	Індивідуальні	
7 семестр		144	51	23	28		93
	Модуль I. Основи гідравліки	57	22	10	12		35
1	Тема 1.1. Вступ. Класифікація процесів харчових технологій	6	2	2			4
2	Тема 1.2. Основи теорії подібності	8	2	2			6
3	Тема 1.3. Гідростатика	12	2	2			10
4	Тема 1.4. Гідродинаміка	16	6	2	4		10
5	Тема 1.5. Переміщення рідин і газів.	15	10	2	8		5
Види контролю	<i>Вхідний контроль</i>						
	<i>Контроль на аудиторних заняттях</i>						
	<i>Контроль самостійної роботи</i>						
	<i>Модульна контрольна робота</i>						
	Модуль II. Механічні та гідромеханічні процеси	87	29	13	16		58
6	Тема 2.1. Подрібнення.	16	6	2	4		10
7	Тема 2.2. Характеристика дисперсних систем.	10	2	2			8
8	Тема 2.3. Перемішування.	16	6	2	4		10
9	Тема 2.4. Осідання.	16	6	2	4		10
10	Тема 2.5. Фільтрування.	16	6	2	4		10
11	Тема 2.6. Мембранні методи розділення.	6	1	1			5
12	Тема 2.7. Флотація.	6	1	1			5
Види контролю	<i>Вхідний контроль</i>						
	<i>Контроль на аудиторних заняттях</i>						
	<i>Контроль самостійної роботи</i>						
	<i>Модульна контрольна робота</i>						
8 семестр		216	114	17	38	59	102
	Модуль III. Теплові процеси	63	23	7	16	59	39
13	Тема 3.1. Загальні відомості про теплові процеси.	17	11	2		9	6
14	Тема 3.2. Теплообмінні апарати.	79	64	2	12	50	15
15	Тема 3.3. Випарювання.	16	6	2	4		10

№ з/п	Назва модулів і тем	Кількість годин					
		Всього	Аудиторні години				Самостійна роб.
			Всього аудиторних	Лекції	Лабораторні	Індивідуальні	
16	Тема 3.4. <i>Конденсація.</i>	9	1	1			8
Види контролю	<i>Контроль на аудиторних заняттях</i>						
	<i>Контроль самостійної роботи</i>						
	<i>Модульна контрольна робота</i>						
	Модуль IV. Масообмінні процеси	95	32	10	22		63
17	Тема 4.1 <i>Теоретичні основи масообмінних процесів.</i>	10	2	2			8
18	Тема 4.2. <i>Абсорбція.</i>	10	5	1	4		5
19	Тема 4.3. <i>Адсорбція.</i>	10	5	1	4		5
20	Тема 4.4. <i>Екстрагування.</i>	15	5	1	4		10
21	Тема 4.5. <i>Дистиляція і ректифікація.</i>	15	5	1	4		10
22	Тема 4.6. <i>Сушіння.</i>	24	9	3	6		15
23	Тема 4.7. <i>Кристалізація.</i>	11	1	1			10
Види контролю	<i>Контроль на аудиторних заняттях</i>						
	<i>Контроль самостійної роботи</i>						
	<i>Модульна контрольна робота</i>						
Підсумк. контроль	ЕКЗАМЕН						
Всього годин:		360	165	40	66	59	195

III. Зміст навчальної дисципліни за модулями і темами

Модуль I. Основи гідравліки

Тема 1.1. Вступ. Класифікація процесів харчових технологій.

Зміст і завдання курсу "Процеси та апарати харчових виробництв".
Зв'язок курсу з іншими дисциплінами. Короткий історичний огляд курсу.
Роль курсу в підготовці спеціалістів для громадського харчування.
Класифікація основних процесів, що вивчаються. Поняття про рушійну силу, процес та апарат.

Основні закони, принципи аналізу і розрахунку процесів і апаратів.
Закони збереження маси і енергії, закони рівноваги, перенесення і принцип

оптимізації процесу. Рушійна сила процесів. Фізичні закони, на яких ґрунтується дисципліна. Методи інтенсифікації та оптимізації процесів і апаратів.

Загальна характеристика харчових виробництв і харчових продуктів. Особливості фізичних характеристик харчових продуктів і матеріалів як об'єктів обробки в технологічних процесах і апаратах. Фізико-хімічні, теплофізичні, оптичні, діелектричні та структурно-механічні (реологічні) властивості продуктів. Одиниці вимірювання продуктів та їх розмірності. Основи реології. Облік реологічних закономірностей в обробці пластично-в'язких систем.

Тема 1.2. Основи теорії подібності.

Методи дослідження та аналізу процесів – аналітичний, експериментальний, синтетичний. Фізичне та математичне моделювання. Основи теорії подібності, теореми подібності та їх застосування для дослідження й розрахунку процесів і апаратів. Основні критерії подібності, теореми подібності та їх застосування для дослідження й розрахунку процесів і апаратів. Метод аналізу розмірностей.

Основні вимоги до апаратів: технологічні, експлуатаційні, конструктивні, економічні, енергетичні, щодо охорони праці та навколишнього середовища тощо. Матеріали для виготовлення апаратів.

Тема 1.3. Гідростатика.

Основні поняття та визначення. Ідеальні і реальні рідини та їх фізичні властивості. Диференціальне рівняння рівноваги Ейлера. Поверхні рівного тиску. Основне рівняння гідростатики та його практичне застосування. Закон Паскаля, його застосування в техніці. Сила тиску рідин на плоску поверхню. Центр тиску. Тиск рідини на дно та стінки посудини.

Тема 1.4. Гідродинаміка.

Характеристика руху рідини. Рівняння нерозривності потоку. Диференційне рівняння руху ідеальної рідини Ейлера. Рівняння Нав'є-Стокса.

Рівняння Бернуллі і його практичне застосування. Режими руху рідини. Закономірність ламінарного руху. Турбулентний рух. Епюри швидкостей руху рідини.

Структура потоку. Товщина в'язкого шару. Загальне поняття про втрати напору. Основні критерії гідромеханічної подібності.

Гідравлічні опори. Втрати напору на тертя та місцеві опори. Розрахунок трубопроводів. Закономірності плинності рідин скрізь отвори, насадки та їх практичне застосування. Гідравлічний розрахунок трубопроводів.

Тема 1.5. Переміщення рідин і газів.

Загальні відомості. Поняття про насосні установки. Будова та принцип дії поршневих, відцентрових, роторних, мембранних, гвинтових і струменевих насосів. Основні параметри насосів різних типів у харчових виробництвах. Компресорні машини.

Вакуум-насоси. Гідротранспорт. Визначення потужності насосів при переміщенні рідин.

Модуль II. Механічні та гідромеханічні процеси.

Тема 2.1. Подрібнення.

Суть і призначення процесу. Ступінь подрібнення. Основні способи подрібнення. Витрати енергії на подрібнення. Принципові схеми дробарок. Пресування. Витрати енергії на процес. Конструктивне оформлення процесу. Змішування і розділення сипучих матеріалів. Апаратурне оформлення процесу.

Тема 2.2. Характеристика дисперсних систем.

Однорідні і неоднорідні (гетерогенні) рідинні системи, що використовуються у харчових виробництвах. Дисперсна фаза та дисперсне середовище. Види дисперсних систем: емульсії, суспензії, піни, аерозолі. Поняття дисперсної та питомої поверхні неоднорідних (гетерогенних)

систем. Методи характеристики дисперсності: табличний, графічний, математичний.

Тема 2.3. Перемішування.

Перемішування. Суть і застосування процесу в харчових виробництвах і громадському харчуванні. Основні цілі, що досягаються перемішуванням. Перемішування рідких і пластичних мас. Перемішування механічне, пневматичне, циркуляційне, у потоці. Критерії подібності процесу перемішування. Оцінка ефективності перемішування. Будова мішалок і апаратів для перемішування.

Визначення і сутність процесу диспергування: принципова будова різних типів емульсорів, елементи розрахунку. Гомогенізація: суть процесу, принципова будова гомогенізаторів, елементи розрахунку. Розпорошення рідин: суть процесу, види розпорошення – гідравлічне, механічне, пневматичне, електричне, ультразвукове. Принцип дії пристроїв для розпорошування рідин.

Піноутворення та псевдозрідження. Сутність процесів піноутворення та збивання. Показники, що характеризують піну. Зміна фізико-хімічних показників продукту під час піноутворення. Застосування ПАР. Апаратурне оформлення процесів піноутворення та збивання. Процес фрезирування.

Сутність процесу псевдозрідження, галузі його застосування. Крива псевдозрідження. Критичні швидкості та число псевдозрідження. Апарати із псевдозрідженим шаром. Пневмотранспорт. Основні напрямки вдосконалення процесу отримання неоднорідних систем.

Тема 2.4. Осідання.

Гравітаційне осідання. Сили, що діють при осіданні. Режим обтікання частинок середовищем, розрахунок швидкості осідання частинок. Режими осідання, значення критеріїв Архімеда та Рейнольдса при різних режимах осідання.

Інтенсифікація процесу осідання. Відстійники періодичної і безперервної дії. Визначення продуктивності і розмірів відстійників.

Осідання в полі відцентрової сили. Визначення швидкості осідання. Фактор розділення. Конструкції відстійних центрифуг, циклонів, гідроциклонів.

Тема 2.5. Фільтрування.

Суть процесу. Теорія процесу. Теорія промислового фільтрування суспензій. Властивості осадів. Кінетика процесу, рушійна сила. Опір осаду і фільтрувального матеріалу. Швидкість фільтрування. Режими фільтрування.

Відцентрове фільтрування. Рушійна сила процесу. Швидкість фільтрування в центрифугах.

Визначення потужності приводу центрифуги. Конструкції фільтрувальних центрифуг періодичної та безперервної дії.

Тема 2.6. Мембранні методи розділення.

Класифікація і загальна характеристика мембранних методів розділення продуктів. Переваги і перспективи мембранних методів розділення. Рушійні сили, принципіальна відмінність від фільтрування. Класифікація мембран. Ультрафільтрація, гіперфільтрація, мікрофільтрація – визначення, принципи дії, область застосування. Конструкції апаратів для мембранного розділення.

Теоретичні основи процесів зворотного осмосу та ультрафільтрації. Напівпроникнені мембрани. Селективність і проникненість мембран. Схеми мембранних апаратів і пристроїв. Галузь і перспективи їх застосування. Основні напрями поділу неоднорідних систем.

Тема 2. 7. Флотація.

Флотація з виділенням повітря із розчину. Флотація з механічним диспергуванням повітря. Флотація з подачею повітря через пористі матеріали. Електрофлотація. Біологічна і хімічна флотація.

Обладнання, що використовується для очищення стічних вод. Розрахунок флотаційних апаратів.

Модуль III. Теплові процеси.

Тема 3.1. Загальні відомості про теплові процеси.

Завдання та способи теплової обробки харчових продуктів і матеріалів.
Рушійна сила теплових процесів. Процеси нагрівання та охолодження.
Теплоносії.

Види теплообміну. Рівняння передачі теплоти у процесі конвекції, теплопровідності та теплового випромінювання. Рівняння теплопередачі. Основні критерії теплової подібності. Критеріальні рівняння та аналіз процесів під час вільного конвективного теплообміну, змущеної конвекції за умов ламінарного та турбулентного рухів.

Теплові процеси зі зміною агрегатного стану. Рівняння передачі теплоти при конденсації пари, кипінні рідини, при заморожуванні. Фізичні основи плавлення та затвердіння.

Електрофізичні методи обробки харчових продуктів: нагрівання УЧ-випромінюванням, вплив ВЧ та НВЧ полів, комбіновані методи.

Розрахунок коефіцієнтів тепловіддачі й теплопередачі.

Тема 3.2. Теплообмінні апарати.

Класифікація теплообмінників. Будова та принцип дії поверхневих теплообмінників. Основи розрахунку теплообмінної апаратури. Визначення поверхні нагріву, коефіцієнта теплопередачі, середньої різниці температур. Гідравлічні і механічні розрахунки теплообмінників. ККД корисної дії апарата.

Розрахунок теплової ізоляції апаратури. Напрямки удосконалення теплообмінних апаратів. Проблема теплового “забруднення” навколишнього середовища і шляхи її вирішення.

Тема 3.3. Випарювання.

Призначення і галузь застосування. Зміна властивостей розчинів при їх концентруванні. Способи випарювання.

Температурний режим випарної установки (однокорпусної, багатокорпусної), загальна і корисна різниця температур, температурні втрати.

Матеріальний і тепловий баланси випарної установки, визначення оптимальної кількості корпусів. Розрахунок навантаження корпусів. Випарювання з термокомпресором. Динаміка роботи випарної установки.

Класифікація випарних апаратів, будова і принцип дії основних типів випарних апаратів. Особливості випарних апаратів, призначених для уварювання термолабільних, в'язких і продуктів, які кристалізуються.

Тема 3.4. Конденсація.

Класифікація процесів конденсації. Поверхневі конденсатори, їх конструкції та особливості розрахунку. Конденсатори змішування, їх конструкції. Матеріальний і тепловий розрахунки для процесу конденсації. Рушійна сила процесу.

Модуль IV. Масообмінні процеси.

Тема 4.1. Теоретичні основи масообмінних процесів.

Класифікація масообмінних процесів. Рушійні сили. Закони фазової рівноваги. Матеріальний баланс і рівняння робочої лінії процесу. Механізм масообмінних процесів. Молекулярна і турбулентна дифузії. Коефіцієнти масовіддачі. Критерії дифузійної подібності і критеріальне рівняння масообміну. Поняття про термодифузію, бародифузію. Принципи визначення основних розмірів масообмінних апаратів.

Тема 4.2. Абсорбція.

Фізична суть процесу абсорбції. Галузь застосування в харчовій промисловості. Закони Генрі і Дальтона. Неізотермічна абсорбція. Абсорбція багатокомпонентних сумішей. Рушійна сила процесу. Метод графічного розрахунку абсорбційних процесів.

Фізична суть і застосування процесу десорбції в харчовій промисловості. Конструкції абсорберів. Розрахунок абсорбційної апаратури.

Тема 4.3. Адсорбція.

Фізична суть процесу. Види адсорбції. Галузь застосування процесу в харчовій промисловості. Десорбція. Характеристика адсорбентів. Рівновага в

процесах десорбції. Рівняння матеріального балансу адсорбції. Апарати для проведення процесу. Розрахунок адсорбційної апаратури.

Тема 4.4. Екстрагування.

Фізична суть і призначення процесу. Основи теорії екстрагування. Екстрагування з твердих тіл. Визначення швидкості внутрішньої і зовнішньої дифузії. Критерій Біо. Шляхи інтенсифікації процесу. Вплив термодифузії на процес екстрагування. Матеріальний баланс екстрагування. Апаратурне оформлення процесу.

Екстракція в системі рідина–рідина. Матеріальний баланс екстрагування. Апарати для проведення процесу.

Тема 4.5. Дистиляція і ректифікація.

Призначення. Галузь застосування, ідеальні й реальні суміші. Діаграма фазової рівноваги. Проста перегонка. Перегонка з дефлегмацією. Ректифікація бінарних сумішей.

Теоретичні й реальні тарілки, одиниці переносу. Схеми ректифікаційних установок для розподілення бінарних сумішей. Розрахунок ректифікаційних установок.

Тема 4.6. Сушіння.

Загальна характеристика процесу. Способи видалення вологи. Властивості вологих матеріалів. Види зв'язку вологи з матеріалами. Рушійна сила процесу перенесення вологи. Рівноважна вологість матеріалу. Кінетика сушіння. Типові кінетичні криві. Швидкість сушіння, основні періоди сушіння. Параметри вологого повітря. Діаграма стану вологого повітря. Конвективна сушарка. Основи розрахунків конвективних сушильних установок. Матеріальний і тепловий баланси. Зображення процесу в I–х діаграмі. Варіанти сушильних процесів.

Класифікація сушарок. Конструктивні схеми конвективних сушарок (розпилувальна, шахтна, барабанна, тунельна, стрічкова). Порівняльна техніко-економічна оцінка сушарок.

Контактна сушарка. Сушіння під вакуумом. Радіаційна, сублимаційні сушарки. Сушіння в киплячому шарі. Способи інтенсифікації сушіння і зниження енерговитрат на процес.

Тема 4.7. Кристалізація.

Основи теорії кристалізації. Галузь застосування в харчовій промисловості. Характеристика розчинів. Зародження і ріст кристалів. Кінетика процесу.

Матеріальний і тепловий баланс процесу кристалізації.

Способи кристалізації. Отримання перенасиченого розчину. Конструкції кристалізаторів і їх розрахунки.

Фізична сутність та призначення процесів розчинення та набухання у харчових виробництвах. Розчинення газів у рідинах, взаємна розчинність рідин. Вплив температури на розчинність. Процеси набухання харчових продуктів. Зміна об'єму та реологічних властивостей продуктів під час набухання.

IV. Засоби діагностики успішності навчання

Вхідний контроль проходить у письмовій формі і представляє собою набір тестових завдань, за допомогою яких здійснюється перевірка базових знань, необхідних для подальшого вивчення навчальної дисципліни «Процеси та апарати харчових виробництв».

Контроль під час аудиторних занять, основними формами якого є усне опитування теоретичного матеріалу (допуск до лабораторних робіт), виконання та захист лабораторних робіт.

Контроль самостійної роботи студентів, основними видами якого є оцінювання підготовки до лабораторних робіт, опрацювання додаткових джерел інформації, оцінювання презентацій, ситуаційних завдань.

Вивчення кожного змістового модуля навчальної програми закінчується ***модульною контрольною роботою***, яка представляє собою набір тестових завдань.

V. Форма підсумкового контролю успішності навчання

Форма навчання	Семестр	Форма підсумкового контролю
Денна	8	Екзамен

VI. Інформаційні джерела для вивчення курсу

VI.1. Основна

1. Малезик, І.Ф. Процеси і апарати харчових виробництв: Підручник /За ред. проф. Малезика І. Ф. – К.: НУХТ, 2003. – 400 с.
2. Стабников, В.М. Процеси і апарати харчових виробництв. - К.: Вища школа, 1975. – 375 с.
3. Стабников, В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. - М.: Агропромиздат, 1985. – 503 с.

VI.2. Додаткова

4. Малезик, І.Ф. Процеси і апарати харчових виробництв. Лабораторний практикум. /За ред. проф. Малезика І.Ф. – К.: НУХТ, 2003. – 222 с.
5. Стабніков, В.М. Процеси і апарати харчових виробництв. Збірник задач. - К.: Вища школа, 1972. – 268 с.
6. Малезик, І.Ф. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування. Навч. посіб. /За ред. проф. І.Ф. Малезика. – К.: НУХТ, 2012. – 543 с.

VI.3. Інформаційні ресурси

<http://window.edu.ru/resource/886/36886>

<http://www.twirpx.com/file/14983/>

<http://alumni.pharminnotech.com/biblioteka>

http://www.proingener.ru/load/raznoe_tekhnicheskoe/processy_i_apparaty_khimicheskoy_tekhnologii_uchebnik_dlja_vuzov_chast_2_ju_i_dytnerskij/13-1-0-230