Національна академія наук України

ІНСТИТУТ ГАЗУ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор Інституту газу
НАН України
член-кореспондент НАН України,
д.т.н., проф.
_____ Г.В. Жук
«30» вересня 2026 р.

Розділення газових сумішей

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки _____доктора філософії_____
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності __144 “Теплоенергетика ”_____
(шифр і назва)

та

спеціальності _G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією)_____
(шифр і назва)

спеціалізація _G4.02 Теплоенергетика_____
(шифр і назва)

Ухвалено Вченою радою Інституту газу НАН України

Протокол № 14 від 30 вересня 2026 року

Голова _____ Г.В. Жук
(підпис) (ініціали, прізвище)
30.09.2026 року

Вводиться в дію з « 01 » жовтня 2026 року.

КИЇВ – 2026

Робоча програма навчальної дисципліни «Розділення газових сумішей» (силабус) для аспірантів за спеціальністю 144 «Теплоенергетика», галузі знань 14 «Електрична інженерія», третього освітньо-наукового рівня доктор філософії в галузі електричної інженерії, за денною/заочною формою навчання.

Робоча програма навчальної дисципліни «Розділення газових сумішей» (силабус) для аспірантів за спеціальністю G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією), спеціалізація G4.02 «Теплоенергетика» в галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво, третього освітньо-наукового рівня доктор філософії, за денною/заочною формою навчання.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Старший наук. співр., к.т.н, Собченко Віктор Васильович
(посада, наукова ступінь, вчене звання, ПІБ)

Заступник директора,
к.т.н., Костогриз Кирило Петрович
(посада, наукова ступінь, вчене звання, ПІБ)

1. Опис кредитного модуля

<table>
<tr><th>Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень</th><th>Загальні показники</th><th>Характеристика кредитного модуля</th></tr>
<tr><td>Галузь знань:
14 «Електрична інженерія»
G «Інженерія, виробництво та будівництво»</td><td>Назва навчальної дисципліни, до якої належить кредитний модуль «Екологічні проблеми теплоенергетики»</td><td>Форма навчання
денна / заочна</td></tr>
<tr><td>Спеціальність:
144 «Теплоенергетика»
G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією)</td><td>Кількість кредитів ECTS – 6</td><td>Статус кредитного модуля
Вибіркова частина підготовки</td></tr>
<tr><td>Спеціалізація:
G4.02 Теплоенергетика</td><td>Кількість розділів – 1</td><td>Цикл, до якого належить кредитний модуль
немає</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Освітньо-науковий рівень: доктор філософії</td><td></td><td>Рік підготовки: 3-й
Семестр: 6-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість 180 год.</td><td>Лекції 15 год.</td></tr>
<tr><td>Практичні (семінарські) 15 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td>Самостійна робота 150 год.</td></tr>
<tr><td>Вид та форма семестрового контролю:
Екзамен</td></tr>
</table>

Кредитний модуль «Розділення газових сумішей» входить до вибіркової частини підготовки та має важливе значення у підготовці більш спеціалізованого фахівця з теплоенергетики. У структурно-логічній схемі програми підготовки з даного напряму навчальна дисципліна «Розділення газових сумішей» забезпечує інші навчальні дисципліни у програмі підготовки фахівця, які потребують знань, щодо спеціальних проблем теплоенергетики з використанням паливних газів.

Загальний курс кредитного модуля «Розділення газових сумішей» становить важливу складову наукової та інженерної освіти спеціалістів з теплоенергетики, які здійснюють науково-технічну діяльність у цьому напрямку.

2. Мета та завдання кредитного модуля

2.1. Метою кредитного модуля є формування у аспірантів здатностей:

- виконувати розрахунки основних процесів та апаратів, що використовуються при розділенні газових сумішей;
- порівнювати та самостійно здійснювати вибір технологічного процесу та обладнання;
- самостійно аналізувати літературу щодо процесів та обладнання з розділення газових сумішей.

2.2.Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни аспіранти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

КОМПЕТЕНТНІСТЬ: в здійсненні аналізу процесів та обладнання з огляду на необхідність використання розділення газових сумішей.

ЗНАННЯ: основних процесів та апаратного обладнання, що застосовуються при розділенні газових сумішей.

УМІННЯ: виконувати відповідно до конкретних умов використання газових систем розрахунки при очистці газових сумішей від твердих та рідких частинок, розрахунки при розділенні саме газових сумішей; розробляти рекомендації щодо використання вказаних методів на теплоенергетичних підприємствах.

Інтегральна компетентність: Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у теплоенергетичній галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

Загальні компетентності, яких набуває здобувач:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК03. Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері теплоенергетики на основі системного наукового світогляду та загального культурного світогляду із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

Спеціальні (фахові) компетентності, яких набуває здобувач:

С(Ф)К01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері теплоенергетики та дотичних до неї міждисциплінарних напрямах

С(Ф)К04. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у сфері теплоенергетики, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень

С(Ф)К05. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в теплоенергетиці та дотичні до неї міждисциплінарні проєкти, проявляти лідерство під час їх реалізації.

С(Ф)К06. Здатність розуміти сучасні проблеми науково-технічного та екологічного аспектів розвитку енергетики, знати сучасні технології енерго-, еколого- та ресурсозбереження.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з теплоенергетики і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з теплоенергетики, отримувати нові знання та/або здійснювати інновації.

ПРН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з теплоенергетики та дотичних міждисциплінарних напрямів із використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

ПРН06. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проєкти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми теплоенергетики з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

ПРН09. Проводити критичний аналіз різних інформаційних джерел конкретних освітніх, наукових та професійних текстів в сфері обраної спеціальності; вміння виявляти теоретичні та практичні проблеми, а також дискусійні питання в конкретних освітніх, наукових та професійних текстах в сфері теплоенергетики, критично сприймати та аналізувати чужі думки та ідеї, шукати власні шляхи вирішення проблеми.

Програмні результати навчання професійного спрямування вибіркових дисциплін:

Вміти виконувати відповідно до конкретних умов використання газового палива розрахунки при очистці газових сумішей від твердих та рідких частинок, ро-

зрахунки при розділенні саме газових сумішей; розробляти рекомендації щодо використання вказаних методів на теплоенергетичних підприємствах.

3. Структура кредитного модуля

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин*				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практ. (семін.)	Лаборант. (комп.пр.)	СРА
1	2	3	4	5	6
Розділення газових сумішей					
Змістовий модуль 1.					
Лекція 1. Вступна лекція.	12	1	1		10
Лекція 2. Розділення газових сумішей під дією сил тяжіння, інерційних сил. Мокре газорозділення.	24	2	2		20
Лекція 3. Розділення газових сумішей фільтруванням та під дією електростатичних сил.	24	2	2		20
Лекція 4. Газова хроматографія	24	2	2		20
Змістовий модуль 2.					
Лекція 5. Мембранні методи розділення газових сумішей.	24	2	2		20
Лекція 6. Абсорбційні та адсорбційні методи розділення газових сумішей.	24	2	2		20
Лекція 7. Кріогенне розділення газових сумішей	24	2	2		20
Лекція 8. Фракційна конденсація при розділенні газових сумішей. Дистиляція та ректифікація.	24	2	2		20
ВСЬОГО:	**180**	**15**	**15**		**150**

4.Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу)
1.	**Лекція 1.** Вступна лекція. Мета курсу. Основні поняття. Існуючі методи розділення газових сумішей. **Література:** 1. Мікульонок І.О. Механічні, гідромеханічні й масообмінні процеси та обладнання хімічної технології.: Навч.посібник.- К.:Політехніка 2002.- 301 с. 2. Корнієнко Я.М. та ін. Процеси та обладнання хімічної технології: К.; НТУУ «КПІ», 2011.- Ч.2 – 416 с. 3. Товажнянский Л.Л., Гатлинська А.П., Лещенко В.О. та ін., Процеси та апарати хімічної технології, у 2 ч. Харків: НТУУ «ХПІ», – 2007р. 4. Процеси та апарати хімічних технологій. Навчальний посібник / Я. М. Ханик, І. О. Гузьова, Т. І. Римар, Л. З. Білецька; За ред. Я. М. Ханика. Серія “Дистанційне навчання”. № 48. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. 300 с.
2.	**Лекція 2.** Розділення газових сумішей під дією сил тяжіння, інерційних сил. Мокре газорозділення. Основи вказаних типів процесів. Кінетика вказаних типів процесів. Конструкції апаратів вказаних типів розділення. **Література:** 1. Гічов Ю.О., Очищення газів, Частина 1, Конспект лекцій, Дніпро, Національна металургійна академія України, 2015, 51 с. 2. Мікульонок І.О. Механічні, гідромеханічні й масообмінні процеси та обладнання хімічної технології.: Навч.посібник.- К.:Політехніка 2002.- 301с. 3. Корнієнко Я.М. та ін. Процеси та обладнання хімічної технології: К.; НТУУ «КПІ», 2011.- Ч.2 – 416 с.
3.	**Лекція 3.** Розділення газових сумішей фільтруванням та під дією електростатичних сил. Загальні положення. Кінетика фільтрування. Конструкції апаратів розділення газів фільтрацією. Кінетика осадження електричними силами. Конструкції електрофільтрів. **Література:** 1. Гічов Ю.О., Очищення газів, Частина 2, Конспект лекцій, Дніпро, Національна металургійна академія України, 2015, 48 стор. 2. Мікульонок І.О. Механічні, гідромеханічні й масообмінні процеси та обладнання хімічної технології.: Навч.посібник.- К.:Політехніка 2002.- 301 с. 3. Корнієнко Я.М. та ін. Процеси та обладнання хімічної технології: К.; НТУУ «КПІ», 2011.- Ч.2 – 416 с.

4.	**Лекція 4.** Газова хроматографія Принцип хроматографічного розділення та його оптимізація. Будова та принципи роботи газового хроматографа. Практичне використання газових хроматографів. **Література:** 1. Лисенко О.М., Ковальчук Т.В., Зайцев В.М. Основи газової хроматографії, навчальний посібник, Київ, 2013, Київський національний університет ім. Т.Шевченка 2. B.Kolb, L.S.Ettre. Static headspace-gas chromatography. Theory and practice. Wiley-VCH, Inc.-1997.
5.	**Лекція 5.** Мембранні методи розділення газових сумішей. Загальні положення мембранного розділення газових сумішей. Кінетика мембранних процесів. Конструкції та принцип дії мембранних апаратів. **Література:** 1. Мікульонок І.О. Механічні, гідромеханічні й масообмінні процеси та обладнання хімічної технології.: Навч.посібник.- К.:Політехніка 2002.- 301 с. 2. Гулієнко С.В., Моделювання процесів мембранного розділення, Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 166 с. 3. Корнієнко Я.М. та ін. Процеси та обладнання хімічної технології: К.; НТУУ «КПІ», 2011.- Ч.2 – 416 с. 4. Baker R. W. Membrane technology and applications. – 2nd ed. ¬ Chichester: John Wiley & Sons, 2004. – 2004. 5. Porter M. Handbook of industrial membrane technology, 1990, Wastwood, New Jersey: Noyes publications. – 619 p. 6. Г.Л. Рябцев, Т. А. Вознюк, Дослідження процесу мембранного газорозділення– К. : ВКФ "Тріада", 2009. – 12 с.
6.	**Лекція 6.** Абсорбційні та адсорбційні методи розділення газових сумішей. Загальні положення вказаних процесів. Матеріальний баланс. Технологічні схеми. Конструкції та принцип дії апаратів. **Література:** 1. Мікульонок І.О. Механічні, гідромеханічні й масообмінні процеси та обладнання хімічної технології.: Навч.посібник.- К.:Політехніка 2002.- 301 с. 2. Корнієнко Я.М. та ін. Процеси та обладнання хімічної технології: К.; НТУУ «КПІ», 2011.- Ч.2 – 416 с.
7.	**Лекція 7.** Кріогенне розділення газових сумішей Теоретичні основи глибокого охолодження. Основні процеси та цикли глибокого охолодження. **Література** 1. Конспект лекцій з курсу "Основні процеси та апарати хімічної технології". Розділ “Глибоке охолодження” для студентів усіх спеціальностей / Укл.: Т.П. Єльцова, Т.Ю. Гіріч, П.В. Рябік. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2010. – 31 с.

	2. Мікульонок І.О. Механічні, гідромеханічні й масообмінні процеси та обладнання хімічної технології.: Навч.посібник.- К.:Політехніка 2002.- 301 с. 3. Т. А. Вознюк, Г. Л. Рябцев, Дослідження процесу одержання рідкого азоту– К. : ВКФ "Тріада", 2009. – 12 с.
8.	**Лекція 8.** Фракційна конденсація при розділенні газових сумішей. Дистиляція та ректифікація. Загальні положення простої дистиляції та ректифікації. Види ректифікації при розділенні газових сумішей. **Література:** 1. Корнієнко Я.М. та ін. Процеси та обладнання хімічної технології: К.; НТУУ «КПІ», 2011.- Ч.2 – 416 с. 2. Конспект лекцій з курсу "Основні процеси та апарати хімічної технології". Розділ “Глибоке охолодження” для студентів усіх спеціальностей / Укл.: Т.П. Єльцова, Т.Ю. Гіріч, П.В. Рябік. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2010. – 31 с.

5. Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять: навчитися застосовувати отриману на лекційних заняттях та іншу наукову інформацію при розв’язуванні практичних задач щодо проведення розрахунків при розділенні газових сумішей, здійснювати підбір відповідного обладнання та моделювання технологічних процесів.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (посилання на літературу)
1.	Ознайомлення з лабораторним обладнанням щодо розділення газових сумішей.
2.	Розрахунки осаджувального апарату, циклону, скруббера.
3.	Розрахунки фільтрувального апарату, електрофільтру.
4.	Ознайомлення з принципом роботи хроматографом Agilent 6890N, технічні можливості.
5.	Практична роботи з газовим хроматографом Agilent 6890N.
6.	Обробка результатів роботи хроматографа Agilent 6890N.
7.	Розрахунки в процесі мембранного газорозділення.
8.	Розрахунки абсорбера та адсорбера при розділенні газової суміші.
9.	Розрахунки в процесі глибокого охолодження
10.	Розрахунки в процесі ректифікації газової суміші.
	Література: 1. Мікульонок І.О. Механічні, гідромеханічні й масообмінні процеси та обладнання хімічної технології.: Навч.посібник.- К.:Політехніка 2002.- 301 с. 2. Г.Л. Рябцев, Т. А. Вознюк, Дослідження процесу мембранного газорозділення– К. : ВКФ "Тріада", 2009. – 12 с.

6. Рекомендований перелік лабораторних робіт (комп'ютерних практикумів)

Не передбачено.

7. Самостійна робота.

Самостійна робота спрямована на огляд наукової літератури щодо сучасного стану методів та технологій розділення газових сумішей, які можуть використовуватись підприємствами теплоенергетичного комплексу.

Обов'язковим питанням до кожного аспіранта під час заліків буде перелік десяти наукових публікацій за останні 5 років які б він рекомендував до ознайомлення щодо передових технологій, у яких використовується методи розділення газових сумішей.

8. Індивідуальні завдання.

Індивідуальне завдання (як правило, одне) визначається під час роботи на практичних (семінарських) заняттях і складається з розрахункової задачі по одній з тем, що розглядаються на практичних заняттях.

9. Засоби діагностики успішності навчання.

Екзамен з навчальної дисципліни проводиться на останньому практичному занятті курсу і є усно-письмовим. Білети екзамену складаються з одного теоретичного та одного практичного завдання. Здобувачу не дозволяється користуватися ніякими додатковими матеріалами чи обладнанням, окрім ручки та паперу, який проштамповується і з якого здобувач може зачитувати відповіді.

До екзамену допускається здобувач, якій виконав необхідні умови допуску до екзамену (див.розділ 10).

10. Рейтингова система оцінювання (РСО).

Рейтинг аспіранта з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за поточну роботу на практичних семінарських заняттях та за виконання індивідуального завдання (з врахуванням штрафних та заохочувальних балів), всього максимально 100 балів:

Робота на практичних (семінарських) заняттях:

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює 10 балів х 7 відповідей – 70 балів.

Критерії оцінювання

- «Відмінно», повна і вичерпна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10 балів.
- «Добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) – 8 балів.

- «Задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 6 балів.
- «Незадовільно», в усіх інших випадках – 0 балів.

Виконання індивідуального завдання:
Максимальна кількість балів складає – 30 балів.

Штрафні бали: знімається по 1 балу за відсутність без поважної причини на практичних заняттях або непідготовленість до них (максимально 5 балів).

Заохочувальні бали: додається по 1 балу за удосконалення дидактичного матеріалу, що відповідає одній лекції (практичному заняттю) курсу або активну участь у роботі на практичному занятті (максимально 5 балів). За участь у наукових конференціях додається 1 бал, виступу із доповіддю – 3 бали, публікацію статті – 5 балів (якщо загальна кількість балів рейтингу аспіранта з кредитного модуля вже досягла 100 балів, то заохочувальні бали не нараховуються).

Допуск до екзамену:

Аспірант допускається до екзамену у випадку, якщо за курс дисципліни на практичних семінарських заняттях набрано не менше 60 балів (з врахуванням штрафних та заохочувальних балів).

Максимальна кількість балів за складання екзамену складає – 100 балів.

Фінальний рейтинг (оцінка) за дисципліну складається з суми балів набраних за поточну роботу на практичних семінарських заняттях та за виконання індивідуального завдання (з врахуванням штрафних та заохочувальних балів) помножених на ваговий коефіцієнт 0,5 та оцінки за екзамен (за 100 бальною шкалою) помноженим на ваговий коефіцієнт 0,5 (всього максимально 100 балів).

Відповідність між балами шкали ECTS та традиційними оцінками:

Рейтинг	**Оцінка ECTS**	**Традиційна оцінка**
Від 95 до 100	A – відмінно	відмінно
Від 85 до 94	B – дуже добре	добре
Від 75 до 84	C – добре	
Від 65 до 74	Д – задовільно	задовільно
Від 60 до 64	E – достатньо	
Від 40 до 59	FX – незадовільно	незадовільно
Від 0 до 39	F – незадовільно, потрібна додаткова робота	Не допущено

11. Методичні рекомендації.

Послідовність вивчення тем та їх розподіл узгоджуються із викладачами суміжних дисциплін. Строгість та детальність викладання розділів та тем навчальної програми вирішується відділом.

11.1 Методика вивчення кредитного модуля

На початку викладання лекційного матеріалу з нової теми бажано дати цілісну і повну характеристику розділу і теми, навести ключові слова і основні поняття, які розглядатимуться. Далі деталізувати матеріал, навести строгі означення, сформулювати принципи та положення з даної теми і, по можливості, обґрунтувати. Запропонувати аспірантам деякі факти обґрунтувати самостійно. Проілюструвати теоретичний матеріал прикладами. Звернути особливу увагу на ключові моменти обґрунтування.

11.2. Рекомендації, щодо забезпечення наочності навчальних занять

11.2.1. Для забезпечення наочності лекцій можливо навести приклади відповідних практичних застосувань стосовно матеріалу, що вивчається. Використовувати знаково-символічні засоби – формули, графіки, рисунки, що дає змогу виокремити суть предмета вивчення, тобто сприяє розвитку мислення й уяви.

11.2.2. На початку практичних занять необхідно повторити ключові означення і поняття з теоретичного матеріалу, користуючись конспектом лекцій, підручником чи посібником. Спираючись на приклади, наведені у лекціях, індивідуально розв’язувати задачі, які пропонує викладач зі збірників або методичних рекомендацій до практичних робіт. На початку або вкінці практичного заняття можливо провести невелику самостійну роботу. Результати оголосити на наступному занятті.

11.3. Застосування нових технологій навчання

Використання комп’ютерних технологій допоможе аспіранту у перевірці правильності виконання задач, а також пошуку додаткової інформації для їх розв’язування.

11.4. Використання методичних прийомів і засобів, рекомендацій щодо методики проведення занять

Доречно пропонувати аспірантам самостійно розглянути деякі питання теми лекції, вказати підручники та інформаційні ресурси, де можливо поглиблено ознайомитись з введеними поняттями, навести історичні факти, які призвели до появи нових понять.

Кожне практичне заняття проводиться тільки після розгляду відповідної теми на лекції. За спільного бажання аспірантів і лектора можливе проведення проблемної лекції або лекції у формі наукового диспута.

12.Рекомендована література

1. Мікульонок І.О. Механічні, гідромеханічні й масообмінні процеси та обладнання хімічної технології.: Навч.посібник.- К.:Політехніка 2002.- 301 с.
2. Корнієнко Я.М. та ін. Процеси та обладнання хімічної технології: К.; НТУУ «КПІ», 2011.- Ч.2 – 416 с.
3. Гічов Ю.О., Очищення газів, Частина 1, Конспект лекцій, Дніпро, Національна металургійна академія України, 2015, 51 с.
4. Гічов Ю.О., Очищення газів, Частина 2, Конспект лекцій, Дніпро, Національна металургійна академія України, 2015, 48 стор.
5. Лисенко О.М., Ковальчук Т.В., Зайцев В.М. Основи газової хроматографії, навчальний посібник, Київ, 2013, Київський національний університет ім. Т.Шевченка
6. B.Kolb, L.S.Ettre. Static headspace-gas chromatography. Theory and practice. Wiley-VCH, Inc.-1997.
7. Гулієнко С.В., Моделювання процесів мембранного розділення, Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 166 с.
8. Baker R. W. Membrane technology and applications. – 2nd ed. ¬ Chichester: John Wiley & Sons, 2004. – 2004.
9. Porter M. Handbook of industrial membrane technology, 1990, Wastwood, New Jersey: Noyes publications. – 619 p.
10. Г.Л. Рябцев, Т. А. Вознюк, Дослідження процесу мембранного газорозділення– К. : ВКФ "Тріада", 2009. – 12 с.
11. Т. А. Вознюк, Г. Л. Рябцев, Дослідження процесу одержання рідкого азоту– К. : ВКФ "Тріада", 2009. – 12 с.
12. Товажнянский Л.Л., Гатлинська А.П., Лещенко В.О. та ін., Процеси та апарати хімічної технології, у 2 ч. Харків: НТУУ «ХПІ», – 2007р.
13. Процеси та апарати хімічних технологій. Навчальний посібник / Я. М. Ханик, І. О. Гузьова, Т. І. Римар, Л. З. Білецька; За ред. Я. М. Ханика. Серія “Дистанційне навчання”. № 48. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. 300 с.
14. Конспект лекцій з курсу "Основні процеси та апарати хімічної технології". Розділ “Глибоке охолодження” для студентів усіх спеціальностей / Укл.: Т.П. Єльцова, Т.Ю. Гіріч, П.В. Рябік. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2010. – 31 с.