

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій**

**Кафедра хімії і хімічної технології**

**ОПОРНИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

з дисципліни

**«Основи проєктування хімічних виробництв»**

Укладач: д.т.н., професор Руденко В.М.

## Модуль 1. «Принципи і методика проєктування»

### Лекція 1.1. Введення у проєктування

#### План

1. Цілі і завдання дисципліни «Основи проєктування хімічних виробництв».
2. Основні напрями науково-технічного прогресу в хімічній промисловості.
3. Шляхи покращення техніко-економічних показників у хімічних виробництвах.
4. Організація передпроектних робіт, права і обов'язки замовника, функції проєктної та підрядних організацій.

*Зміст лекції.* Загальні положення Проєктування як вид інженерної діяльності. Правові основи проєктування. Основні стадії проєктування хімічних виробництв і обладнання.

#### Література

[1] Яцюк, Л. А. Основи проєктування хімічних виробництв: навч. посібник / Л. А. Яцюк, О. І. Букет, Г. С. Васильєв; «НТУУ КПІ». — Київ : КПІ, 2017. — 72 с.

[3] Спорягін Е.О. Основи проєктування хімічних виробництв: навчальний посібник до вивчення курсу / Е.О. Спорягін— Д.: РВВ ДНУ, 2012.—с. 251

[6] Юшко В. Л Проєктування нафтопереробних і нафтохімічних підприємств : підручник / В. Л. Юшко, М. В. Бурмістр, С. М. Русалін, С. Г. Птіцин; Укр. держ. хім.-технол. ун-т. - Д., 2006. - 511 с.

### Лекція 1.2. Передпроектування

#### План

1. Послідовність розробки проєктної документації.
2. Економічна доцільність і технічна необхідність створення промислового об'єкта.
3. Сутність балансового і статистичного методів.
4. Основні принципи вибору методу виробництва.

*Зміст лекції.* Основні стадії проєктування. Техніко-економічне обґрунтування проєкту. Обґрунтування інвестицій. Визначення і обґрунтування потужності виробництва. Вибір оптимального технологічного варіанта для виробництва продукту.

#### Література

[1] Яцюк, Л. А. Основи проєктування хімічних виробництв: навч. посібник / Л. А. Яцюк, О. І. Букет, Г. С. Васильєв; «НТУУ КПІ». — Київ : КПІ, 2017. — 72 с.

[3] Спорягін Е.О. Основи проєктування хімічних виробництв: навчальний посібник до вивчення курсу / Е.О. Спорягін— Д.: РВВ ДНУ, 2012.—с. 251.

[6] Юшко В. Л. Проектування нафтопереробних і нафтохімічних підприємств : підручник / В. Л. Юшко, М. В. Бурмістр, С. М. Русалін, С. Г. Птіцин; Укр. держ. хім.-технол. ун-т. - Д., 2006. - 511 с.

### **Лекція 1.3. Ескізна технологічна схема.**

#### *План*

1. Розробка ескізної технологічної схеми
2. Розрахунок рівнянь матеріального і теплового балансів для кожної стадії процесу.
3. Напрями для вирішення екологічних проблем у хімічній промисловості.
4. Вибір місця розташування майбутнього хімічного підприємства.

*Зміст лекції.* Ескізна технологічна схема: основні технологічні стадії і матеріальні потоки між ними. Розрахунок матеріальних і теплових балансів за стадіями виробництва: визначення витрат сировини для отримання заданої кількості кінцевого продукту; об'єму і складу реакційних мас на кожній стадії процесу, кількості і складу відходів, стічних вод і газовиділень; визначення витратних норм по сировині; об'єму реакційної маси на стадії, необхідного для отримання однієї тонни готового продукту. Вибір майданчика будівництва.

#### *Література*

[1] Яцюк, Л. А. Основи проектування хімічних виробництв: навч. посібник / Л. А. Яцюк, О. І. Букет, Г. С. Васильєв; «НТУУ КПІ». — Київ : КПІ, 2017. — 72 с.

[3] Спорягін Е.О. Основи проектування хімічних виробництв: навчальний посібник до вивчення курсу / Е.О. Спорягін— Д.: РВВ ДНУ, 2012.—с. 251.

[6] Юшко В. Л. Проектування нафтопереробних і нафтохімічних підприємств : підручник / В. Л. Юшко, М. В. Бурмістр, С. М. Русалін, С. Г. Птіцин; Укр. держ. хім.-технол. ун-т. - Д., 2006. - 511 с.

### **Лекція 1.4. Завдання на проектування і вихідні матеріали**

#### *План*

1. Складові завдання на проектування.
2. Внутрішня і зовнішня інформація.
3. Вихідні матеріали для проектування.

*Зміст лекції.* Вихідні документи для складання проекту промислового підприємства. Складові частини внутрішньої і зовнішньої інформації.

#### *Література*

[1] Яцюк, Л. А. Основи проектування хімічних виробництв: навч. посібник / Л. А. Яцюк, О. І. Букет, Г. С. Васильєв; «НТУУ КПІ». — Київ : КПІ, 2017. — 72 с.

[3] Спорягін Е.О. Основи проектування хімічних виробництв: навчальний посібник до вивчення курсу / Е.О. Спорягін— Д.: РВВ ДНУ, 2012.—с. 251.

[6] Юшко В. Л. Проектування нафтопереробних і нафтохімічних підприємств : підручник / В. Л. Юшко, М. В. Бурмістр, С. М. Русалін, С. Г. Птіцин; Укр. держ. хім.-технол. ун-т. - Д., 2006. - 511 с.

### **Лекція 1.5. Розробка проектної документації I**

#### *План.*

1. Основні рішення, закладені у розробку проєкту.
2. Інформація основних розділів проєкту.

*Зміст.* Основні технічні, техніко-економічні, екологічні і інші проблеми проєктованого виробництва, закладені у проєкт: розробка принципової технологічної схеми виробництва; розрахунок і вибір устаткування; розміщення устаткування технологічної схеми по поверхах будівельних конструкцій (компонування устаткування); вирішення питання енергопостачання, автоматизації і механізації виробництва; складання кошторисів.

#### *Література*

[1] Яцюк, Л. А. Основи проєктування хімічних виробництв: навч. посібник / Л. А. Яцюк, О. І. Букет, Г. С. Васильєв; «НТУУ КПІ». — Київ : КПІ, 2017. — 72 с.

[3] Спорягін Е.О. Основи проєктування хімічних виробництв: навчальний посібник до вивчення курсу / Е.О. Спорягін— Д.: РВВ ДНУ, 2012.—с. 251.

[6] Юшко В. Л. Проектування нафтопереробних і нафтохімічних підприємств : підручник / В. Л. Юшко, М. В. Бурмістр, С. М. Русалін, С. Г. Птіцин; Укр. держ. хім.-технол. ун-т. - Д., 2006. - 511 с.

### **Лекція 1.6. Розробка проектної документації II**

#### *План.*

1. Розробка ситуаційного плану промислового підприємства.
2. Розробка генерального плану промислового підприємства.

*Зміст.* Ситуаційний і генеральний план - частина проєкту промислового підприємства, що містить комплексне рішення питань планування і благоустрою території, розміщення будівель і споруд, інженерних мереж, організації систем господарського і побутового обслуговування. *Ситуаційний план промислового підприємства* – частина проєкту, що включає план певного району населеного пункту або навколишньої території, на якому вказують розташування запроєктованого підприємства і інші об'єкти, що мають з ним безпосередні технологічні, транспортні і інженерно-технічні зв'язки. *Генеральний план* промислового підприємства містить зони: передзаводську, виробничу, підсобну і складську.

#### *Література*

[1] Яцюк, Л. А. Основи проєктування хімічних виробництв: навч. посібник / Л. А. Яцюк, О. І. Букет, Г. С. Васильєв; «НТУУ КПІ». — Київ : КПІ, 2017. — 72 с.

[3] Спорягін Е.О. Основи проектування хімічних виробництв: навчальний посібник до вивчення курсу / Е.О. Спорягін– Д.: РВВ ДНУ, 2012.–с. 251.

[6] Юшко В. Л. Проектування нафтопереробних і нафтохімічних підприємств : підручник / В. Л. Юшко, М. В. Бурмістр, С. М. Русалін, С. Г. Птіцин; Укр. держ. хім.-технол. ун-т. - Д., 2006. - 511 с.

### ***Лекція 1.7. Загальні принципи розрахунку і вибору технологічного устаткування I***

#### *План.*

1. Аналіз вихідних даних.
2. Безперервний і періодичний способи виробництва одного і того ж продукту. Їх переваги і недоліки
3. Інтенсифікації технологічних процесів як метод удосконалення деяких технологічних вузлів.
4. Послідовність вибору типу устаткування для кожної стадії технологічної схеми.
5. Фізичні закономірності у розрахунках процесів і апаратів.

*Зміст.* Перевірка обґрунтованості рекомендованого методу виробництва. Обмежуючі параметри при виборі методу виробництва. Порівняння безперервного і періодичного способів виробництва одного і того ж продукту. Пошук і розробка методів інтенсифікації технологічних процесів. Кінетичні закономірності основних процесів хімічної технології. Класифікація хімічних реакторів. Аналіз технологічного процесу. Послідовність розрахунку апарату.

#### *Література*

[2] Гуменецький В.В. Процеси та обладнання нафтопереробних заводів: навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2003. – 440 с.

[4] Волошин М.Д. Устаткування галузі і основи проектування [Текст]: Підручник/ М.Д.Волошин, А.Б.Шестозуб, В.М.Гуляєв.- Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2004.- 371 с

[5]Мельник С. Р. Проектування та розрахунок технологічних процесів органічного синтезу Навчальний посібник / Мельник С. Р., Мельник Ю. Р., Піх З. Г. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2006. 448 с.

### ***Лекція 1.8. Загальні принципи розрахунку і вибору технологічного устаткування II***

#### *План.*

1. Фізичне і математичне моделювання у розробці нових процесів і апаратів.
2. Критерії ефективності.
3. Характеристичних властивостей технологічної установки (апарату).
4. Потужність виробництва.
5. Стандартне і нестандартне технологічне устаткування.

*Зміст.* Фізичне моделювання для аналізу детермінованих процесів. Математичне моделювання як метод розрахунку технологічних процесів і апаратів для аналізу недетермінованих процесів. Критерії ефективності: економічні критерії у вигляді різних техніко-економічних показників (середній прибуток, приведений доход, приведені витрати, тощо) і технологічні критерії (якісні показники продукції, що випускається, вихід цільового продукту, термодинамічний ККД установки, апарату, тощо). Характеристичні властивості технологічної установки (апарату): *чутливість, надійність, керованість.* Стандартне і нестандартне технологічне устаткування.

#### *Література*

[2] Гуменецький В.В. Процеси та обладнання нафтопереробних заводів: навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2003. – 440 с.

[4] Волошин М.Д. Устаткування галузі і основи проектування [Текст]: Підручник/ М.Д.Волошин, А.Б.Шестозуб, В.М.Гуляев.- Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2004.- 371 с

[5]Мельник С. Р. Проектування та розрахунок технологічних процесів органічного синтезу Навчальний посібник / Мельник С. Р., Мельник Ю. Р., Піх З. Г. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2006. 448 с.

## **Модуль №2 «Основна технологічна схема»**

### **Лекція 2.1. Розробка принципової технологічної схеми**

#### *План*

1. Послідовність розробки технологічної схеми.
2. Вимоги до складання операційної схеми.
3. Складання операційних блок-схем окремих стадій виробництва.
4. Відходи виробництва, їх класифікація. Умови вилучення і вивантаження відходів за агрегатним станом.
5. Розробка принципової технологічної схеми.
6. Розробка способів доставки сировини в цех і вивантаження готової продукції, способів знешкодження і видалення відходів виробництва.
7. Забезпечення екологічної безпеки і охорони праці, автоматизації виробництва.

*Зміст лекції.* Вимоги до складання технологічної схеми нового виробництва. Операційна технологічна схема. Схема матеріальних і технологічних потоків виробництва. Операційні блок-схеми окремих стадій виробництва: підготовка сировини; проведення хімічного перетворення; виділення і очищення цільового продукту; створення товарної форми цільового продукту. Відходи виробництва, їх класифікація. Способи вилучення і вивантаження відходів. Складання принципової технологічної схеми. Графічні символи технологічних установок. Опис принципової технологічної схеми.

#### *Література*

[2] Гуменецький В.В. Процеси та обладнання нафтопереробних заводів: навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2003. – 440 с.

[5] Мельник С. Р. Проектування та розрахунок технологічних процесів органічного синтезу Навчальний посібник / Мельник С. Р., Мельник Ю. Р., Піх З. Г. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2006. 448 с.

[7] Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 344 с.

[8] Процеси та апарати хімічної технології: підруч. в 2-х част. / під ред. Л.Л. Товажнянського. – Х., 2007. – 616 с.

## **Лекція 2.2. Компонування виробництва I**

### *План*

1. Вимоги до промислової будівлі при розміщенні технологічного устаткування.

2. Основні деталі і конструкції промислової будівлі.

3. Фундаменти, підлоги, сходи, колони, плити перекриттів.

4. Класифікація промислових будівель за функціональним призначенням

5. Класифікація промислових будівель за вогнестійкістю, за вибуховою, вибухопожежною, пожежною небезпекою, за поверховістю, за способом освітленості природним світлом.

*Зміст лекції.* Специфічні особливості проектування підприємств, будівель і споруд хімічної промисловості. Основні деталі і конструкції промислової будівлі: фундаменти, підлоги, сходи, колони, плити перекриттів. Вибір варіантів кожної конструкції відповідно особливостям промислової будівлі. Класифікація промислових будівель за вогнестійкістю, за вибуховою, вибухопожежною, пожежною небезпекою, за поверховістю, за способом освітленості природним світлом.

### *Література*

[1] Яцюк, Л. А. Основи проектування хімічних виробництв: навч. посібник / Л. А. Яцюк, О. І. Букет, Г. С. Васильєв; «НТУУ КПІ». — Київ : КПІ, 2017. — 72 с.

[3] Спорягін Е.О. Основи проектування хімічних виробництв: навчальний посібник до вивчення курсу / Е.О. Спорягін– Д.: РВВ ДНУ, 2012.–с. 251

[4] Волошин М.Д. Устаткування галузі і основи проектування [Текст]: Підручник/ М.Д.Волошин, А.Б.Шестозуб, В.М.Гуляєв.- Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2004.- 371 с

## **Лекція 2.3. Компонування виробництва II**

### *План*

1. Внутрішній простір будівлі на підприємствах. Об'ємно-планувальне рішення будівлі, експлуатаційний об'єм.

2. Основні матеріали для несучих конструкцій хімічних підприємств.
3. Варіанти розміщенні хімічного устаткування.
4. Вимоги до розміщення технологічного устаткування.

*Зміст лекції.* Внутрішній простір будівлі на підприємствах: будівельні конструкції, технологічне устаткування, підйомно-транспортні пристрої, комунікації. Об'ємно-планувальне рішення будівлі: будівельні конструкції, експлуатаційний об'єм. Вибір матеріалу для несучих конструкцій хімічних підприємств (збірний залізобетон, сталеві конструкції, дерев'яні клеєні конструкції). Вибір варіанту розміщенні хімічного устаткування: закритий (у промислових будівлях), відкритий (на відкритих залізобетонних постаментях) і змішаний. Особливості компонування з урахуванням вимог ремонту. Вимоги до розміщення технологічного устаткування: групування апаратів за схожими ознаками, розміщення вібруючого устаткування, розміщення великогабаритного устаткування.

#### *Література*

[1] Яцюк, Л. А. Основи проектування хімічних виробництв: навч. посібник / Л. А. Яцюк, О. І. Букет, Г. С. Васильєв; «НТУУ КПІ». — Київ : КПІ, 2017. — 72 с.

[3] Спорягін Е.О. Основи проектування хімічних виробництв: навчальний посібник до вивчення курсу / Е.О. Спорягін— Д.: РВВ ДНУ, 2012.—с. 251

[4] Волошин М.Д. Устаткування галузі і основи проектування [Текст]: Підручник/ М.Д.Волошин, А.Б.Шестозуб, В.М.Гуляєв.- Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2004.- 371 с.

## **Лекція 2.4. Робоча документація**

### *План*

1. Зміст робочої документації.
2. Монтажне опрацювання.
3. Трасування основних технологічних магістралей.
4. Обв'язування вузлів технологічної схеми.
5. Класифікація технологічних трубопроводів.

*Зміст лекції.* Зміст розділів робочої документації. Монтажне опрацювання. Трубопровідне обв'язування технологічного устаткування проєктованого виробництва і об'єкта в цілому. Призначення технологічних трубопроводів. Експлуатаційні характеристики трубопроводів.

### *Література*

[1] Яцюк, Л. А. Основи проектування хімічних виробництв: навч. посібник / Л. А. Яцюк, О. І. Букет, Г. С. Васильєв; «НТУУ КПІ». — Київ : КПІ, 2017. — 72 с.

[3] Спорягін Е.О. Основи проектування хімічних виробництв: навчальний посібник до вивчення курсу / Е.О. Спорягін— Д.: РВВ ДНУ, 2012.—с. 251

[4] Волошин М.Д. Устаткування галузі і основи проектування [Текст]:



Підручник/ М.Д.Волошин, А.Б.Шестозуб, В.М.Гуляєв.- Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2004.- 371 с

## **Лекція 2.5. Трубопроводи I**

### *План*

1. Розподіл трубопроводів за способом прокладення.
2. Розподіл трубопроводів за призначенням.
3. Експлуатаційними характеристиками трубопроводів.
4. Складові трубопроводу.
5. Вибір труб за типом матеріалу виготовлення і визначення їх діаметру.
6. Трубопровідна арматура і її вибір.

*Зміст лекції.* Призначення трубопроводів. Розподіл трубопроводів за способом прокладення: внутрішньоустановчі, міжустановчі, міжцехові, міжзаводські, магістральні. Розподіл трубопроводів за призначенням: газопроводи, паропроводи і водопроводи. Експлуатаційні характеристики трубопроводів: температура, тиск продукту, що проходить через трубопровід, і середовище, що оточує трубопровід. Складові трубопроводу: циліндричні труби, деталі для з'єднання труб між собою (фланці, муфти), фасонні частини для зміни напрямку і розрізу (коліна, перехідні патрубки, трійники), трубопровідна арматура. Вибір труб за типом матеріалу виготовлення і визначення їх діаметру. Розподіл арматури за конструкцією корпусу, запірних пристроїв, за призначенням: вентилі, засувки, крани, запобіжні клапани, зворотні клапани, редукційні клапани.

### *Література*

[1] Яцюк, Л. А. Основи проектування хімічних виробництв: навч. посібник / Л. А. Яцюк, О. І. Букет, Г. С. Васильєв; «НТУУ КПІ». — Київ : КПІ, 2017. — 72 с.

[3] Спорягін Е.О. Основи проектування хімічних виробництв: навчальний посібник до вивчення курсу / Е.О. Спорягін— Д.: РВВ ДНУ, 2012.—с. 251

[4] Волошин М.Д. Устаткування галузі і основи проектування [Текст]: Підручник/ М.Д.Волошин, А.Б.Шестозуб, В.М.Гуляєв.- Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2004.- 371 с

## **Лекція 2.6. Трубопроводи II**

### *План*

1. Правила трасування магістральних трубопроводів.
2. Джерела вібрацій трубопроводів.
3. Запобіжні заходи для попередження вібрацій трубопроводів.
4. Запобіжні заходи для попередження температурних деформацій труб.
5. Джерела гідравлічних ударів.
6. Заходи для попередження гідравлічних ударів.

*Зміст лекції.* Трасування трубопровідних магістралей. Правила

прокладення внутрішньоцехових трубопроводів. Помилки трубопровідних обв'язувань (вібрації трубопроводів, температурні деформації, гідравлічні удари). Джерела вібрацій трубопроводів. Запобіжні заходи для попередження вібрацій трубопроводів. Запобіжні заходи для компенсації температурних деформацій труб: включення в трубопровід зігнутих ділянок П-, Г- і Z-подібної форми (самокомпенсація). Джерела гідравлічних ударів. Запобіжні заходи для попередження гідравлічних ударів: передбачити на газопроводах дренажні трубки, передбачити (за необхідністю) теплоізоляцію трубопроводів.

#### *Література*

[1] Яцюк, Л. А. Основи проектування хімічних виробництв: навч. посібник / Л. А. Яцюк, О. І. Букет, Г. С. Васильєв; «НТУУ КПІ». — Київ : КПІ, 2017. — 72 с.

[3] Спорягін Е.О. Основи проектування хімічних виробництв: навчальний посібник до вивчення курсу / Е.О. Спорягін— Д.: РВВ ДНУ, 2012.—с. 251

[4] Волошин М.Д. Устаткування галузі і основи проектування [Текст]: Підручник/ М.Д.Волошин, А.Б.Шестозуб, В.М.Гуляєв.- Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2004.- 371 с

### **Лекція 2.7. Конструкційні матеріали для устаткування хімічних заводів**

#### *План*

1. Вимоги до конструкційних матеріалів для устаткування хімічних заводів.

2. Основні класи конструкційних матеріалів.

3. Вимоги до вибору матеріалів.

*Зміст лекції.* Основні класи конструкційних матеріалів: сталі, чавуни, кольорові метали і сплави, неметалеві матеріали. Сталі. Механічні властивості сталей: межа плинності, повзучість, модуль пружності, межа тривалої міцності. Корозійна стійкість металу. Чавуни. Модифіковані чавуни. Кольорові метали: алюміній, мідь, нікель, свинець, титан, тантал і їх сплави. Неметалеві конструкційні матеріали: фторопласти, скло, керамічні матеріали, фарфор, вініпласт, поліетилен, поліпропілен, фаоліт, текстоліт

#### *Література*

[1] Яцюк, Л. А. Основи проектування хімічних виробництв: навч. посібник / Л. А. Яцюк, О. І. Букет, Г. С. Васильєв; «НТУУ КПІ». — Київ : КПІ, 2017. — 72 с.

[3] Спорягін Е.О. Основи проектування хімічних виробництв: навчальний посібник до вивчення курсу / Е.О. Спорягін— Д.: РВВ ДНУ, 2012.—с. 251

[4] Волошин М.Д. Устаткування галузі і основи проектування [Текст]: Підручник/ М.Д.Волошин, А.Б.Шестозуб, В.М.Гуляєв.- Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2004.- 371 с

## СПИСОК ЛІТРАТУРИ

1. Яцюк, Л. А. Основи проектування хімічних виробництв: навч. посібник / Л. А. Яцюк, О. І. Букет, Г. С. Васильєв; «НТУУ КПІ». — Київ : КПІ, 2017. — 72 с.
2. Гуменецький В.В. Процеси та обладнання нафтопереробних заводів: навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2003. – 440 с.
3. Спорягін Е.О. Основи проектування хімічних виробництв: навчальний посібник до вивчення курсу / Е.О. Спорягін– Д.: РВВ ДНУ, 2012.–с. 251
4. Волошин М.Д. Устаткування галузі і основи проектування [Текст]: Підручник/ М.Д.Волошин, А.Б.Шестозуб, В.М.Гуляєв.- Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2004.- 371 с
5. Мельник С. Р. Проектування та розрахунок технологічних процесів органічного синтезу Навчальний посібник / Мельник С. Р., Мельник Ю. Р., Піх З. Г. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2006. 448 с.
6. Юшко В. Л Проектування нафтопереробних і нафтохімічних підприємств : підручник / В. Л. Юшко, М. В. Бурмістр, С. М. Русалін, С. Г. Птіцин; Укр. держ. хім.-технол. ун-т. - Д., 2006. - 511 с.
7. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 344 с.
8. Процеси та апарати хімічної технології: підруч. в 2-х част. / під ред. Л.Л. Товажнянського. – Х., 2007. – 616 с.