

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»  
Факультет біотехнології і біотехніки  
Інститут / факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан ФБТ  
(назва інституту/факультету)

\_\_\_\_\_ О.М. Дуган  
(підпис) (ініціали, прізвище)

«24» червня 2016 р.

ПРОЦЕСИ, АПАРАТИ ТА МАШИНИ ГАЛУЗІ  
(назва навчальної дисципліни)

**ПРОГРАМА**  
**навчальної дисципліни**

підготовки бакалавр  
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

галузі знань 13 – Механічна інженерія  
(шифр і назва)

Спеціальності 133 – Галузеве машинобудування  
(шифр і назва)

Спеціалізації Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв  
(шифр за ОПП 4/с)

Ухвалено методичною комісією  
ФБТ  
(назва інституту/факультету)

Протокол від 24.06.2016р. № 10

Голова методичної комісії  
\_\_\_\_\_ Галкін О.Ю.  
(підпис) (ініціали, прізвище)

«24» червня 2016 р.

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

доцент.к. т. н. Буртна Інесса Анатоліївна  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Програму затверджено на засіданні кафедри біотехніки та інженерії  
(повна назва кафедри)

Протокол від «08» червня 2016 року № 13

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_

В.М Мельник  
(підпис)

«30» червня 2016 р.

## Вступ

Програму навчальної дисципліни

## Процеси, апарати та машини галузі

(назва навчальної дисципліни)

складено відповідно до освітньо-професійної програми першого (бакалаврський) рівня вищої освіти ступінь

**бакалавр**

(назва ОКР)

Галузі знань \_\_\_\_\_ 13 – Механічна інженерія \_\_\_\_\_

Спеціальність \_\_\_\_\_ 133 Галузеве машинобудування \_\_\_\_\_

Спеціалізації Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв

Навчальна дисципліна належить до циклу **професійної підготовки**

Дисципліна ґрунтується на знаннях, одержаних студентами при вивченні навчальних дисциплін: математики, інженерної та комп'ютерної графіки, теоретичної механіки, фізики, хімії, інформатики

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів **компетентності**:

Код	Компетентності	Зміст підготовки
<b>Проектно-конструкторська діяльність</b>		
ПК-2с	Брати участь у роботах з розрахунку й проектування деталей і вузлів різних машин і механізмів та конструкцій відповідно до технічних завдань з використанням сучасних CAD/CAM/CAE систем	<b>ЗНАННЯ</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- фундаментальних закономірностей переносу маси, енергії, кількості руху та загальні принципи їх аналітичного опису;</li><li>- конструкцій та методик розрахунку обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв</li></ul>
ПК-3с	Розробляти робочу проектну й технічну документацію, оформляти закінчені проектно-конструкторські роботи з перевіркою відповідності розроблювальних проектів і технічної документації стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам	<b>УМІННЯ</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- вибирати конструкції та розраховувати основні розміри, технологічні параметри обладнання для проведення процесів:<ul style="list-style-type: none"><li>- стерилізації обладнання, повітря, живильних середовищ;</li><li>- періодичного та неперервного культивування мікроорганізмів</li></ul></li></ul>
<b>Виробничо-технологічна діяльність</b>		
ПК-13с	Застосовувати методи стандартних випробувань щодо визначення фізико-механічних властивостей і технологічних показників використовуваних матеріалів і готових виробів	<b>ЗНАННЯ</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- методів, засобів та нормативної документації на випробування фізико-механічних властивостей матеріалів та технологічних показників обладнання;</li><li>- особливостей технологічних процесів в фармацевтичній та біотехнологічній промисловості і експлуатації обладнання;</li></ul>
ПК-14с	Застосовувати сучасні методи для розроблення маловідходних, енергозберігаючих і екологічно чистих машинобудівних технологій, що забезпечують безпеку життєдіяльності людей та їхній захист від можливих	<b>УМІННЯ</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- будувати єдині технологічні лінії виробництва фармацевтичних препаратів</li><li>- проводити експериментальні дослідження, здійснювати математичну обробку</li></ul>

	наслідків аварій, катастроф і стихійних лих, застосовувати способи раціонального використання сировинних, енергетичних та інших видів ресурсів у машинобудуванні	результатів експерименту і узагальнення результатів в умовах заводської або наукової лабораторії.
<b>Організаційно-управлінська діяльність</b>		
ПК-15с	Організовувати роботу колективів виконавців у тому числі над міждисциплінарними проектами	<b>ЗНАННЯ</b> - нормативно-технічної документації, яка регламентує технологію та якість фармацевтичної та біотехнологічної продукції <b>УМІННЯ</b> - здійснювати вибір сучасних конструкцій, технічних характеристик обладнання для виділення, очищення та концентрування продуктів біосинтезу, принципів вибору конструкцій обладнання для проведення технологічних процесів в фармацевтичній та біотехнологічній промисловості - здійснювати вибір схем апаратів, машин, установок для реалізації задач технологічного процесу
ПК-16с	Здійснювати діяльність, пов'язану з керівництвом діями окремих співробітників, надавати допомогу підлеглим	
ПК-17с	Складати технічну документацію (графіки робіт, інструкції, кошториси, плани, заявки на матеріали й устаткування тощо) і готувати звітність за установленими формами, готувати документацію для створення системи менеджменту якості на підприємстві	

## 2. Структура навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 420 годин/14 кредитів ECTS.

Навчальна дисципліна містить наступні кредитні модулі:

- 1) Процеси, апарати та машини галузі – 1. Теоретичні основи процесів теплопереносу. Теплові процеси
- 2) Процеси, апарати та машини галузі – 2. Теоретичні основи гідродинамічних та масообмінних процесів
- 3) Процеси, апарати та машини галузі – 3. Масообмінні процеси та апарати
- 4) Курсовий проект.

### Рекомендований розподіл навчального часу

Форма навчання	Кредитні модулі	Всього		Розподіл навчального часу за видами занять				Семестрова атестація
		кредитів	годин	Лекції	Практичні (семінарські) заняття	Лабораторні роботи (комп'ютерні практикуми)	СРС	
<i>Денна</i>	<i>Всього</i>	15,5	465	126	72	36	231	
	<i>1</i>	5,5	165	36	36	18	75	екзамен
	<i>2</i>	6,5	195	54	36	18	87	екзамен
	<i>3</i>	2	60	36	-	-	24	залік
	<i>4</i>	1,5	45	-	-	-	45	КП

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Кредитний модуль 1. Процеси, апарати та машини галузі – 1. Теоретичні основи процесів теплопереносу. Теплові процеси**

Тема 1.1. Класифікація процесів. Основні поняття та визначення. Явища переносу

Тема 1.2. Рівняння переносу маси, імпульсів, енергії. Умови однозначності. Методи розв'язання

Тема 1.3. Теорія подібності. Критеріальні залежності

Тема 1.4. Теплопровідність, рівняння теплопередачі. Конвективний теплообмін

Тема 1.5. Теплообмін при зміні агрегатного стану

Тема 1.6. Теплообмін випромінюванням

Тема 1.7. Нагрів і охолодження. Принцип і методика розрахунку теплообмінних апаратів

Розділ 2. Випарювання

Тема 2.1. Призначення і методи. Однокорпусні випарні установки. Методика їх розрахунку

Тема 2.2. Багатокорпусні випарні установки. Методика розрахунку

Розділ 3. Сушіння

Тема 3.1. Фізико-хімічні основи сушіння. Класифікація сушільного устаткування

Тема 3.2. Варіанти процесів сушіння та їх аналіз

Тема 3.3. Сушильні апарати. Методика розрахунку

#### **Кредитний модуль 2. Процеси, апарати та машини галузі – 2. Теоретичні основи гідродинамічних та масообмінних процесів**

Розділ 1 Механічні та гідродинамічні процеси

Тема 1.1. Гідромеханічні процеси. Критерії подібності гідродинамічних процесів.

Розділення під дією сил тяжіння. Осаджувальне центрифугування

Тема 1.2. Фальтрування

Тема 1.3. Перемішування

Тема 1.4. Псевдозрідження

Розділ 2. Масообмінні процеси

Тема 2.1. Процеси масопереносу. Основне рівняння масопередачі. Основи розрахунку

Тема 2.2. Подібність процесу масопереносу

Тема 2.3. Дистиляція. Ректифікація

#### **Кредитний модуль 3. Процеси, апарати та машини галузі – 3. Масообмінні процеси та апарати**

Розділ 1 Масообмінні процеси та апарати

Тема 1.1. Рідинна екстракція

Тема 1.2. Адсорбція.

Тема 1.2. Абсорбція.

Тема 1.3. Кристалізація.

Тема 1.4. Основи розрахунку апаратів.

### **4. Рекомендована тематика практичних (семінарських) занять**

Основні цілі практичних занять – закріпити знання, отриманні при вивченні теоретичного курсу та набути практичних навичок проведення розрахунків теплообмінних, гідромеханічних, масообмінних процесів, та розрахунку апаратів, які забезпечують проведення цих процесів

#### **Кредитний модуль 1.**

Розрахунки процесів теплопровідності. Рівняння Фур'є. Рівняння теплопровідності плоскої стінки, циліндричної стінки, одно- та багат шарової. Розрахунки процесів теплообміну з використанням критеріальних рівнянь Розрахунки, основані на рівнянні теплопередачі. Розрахунки процесів кипіння та конденсації. Розрахунок теплообмінників. Розрахунок однокорпусних випарних установок. Розрахунок багатокорпусних випарних установок.

Розрахунок сушильних установок.

### **Кредитний модуль 2.**

Розрахунок фільтрів періодичної дії. Розрахунок рідинних фільтрів неперервної дії. Розрахунок циклонів. Розрахунок відстійних центрифуг. Розрахунок фільтруючих центрифуг. Розрахунок процесу перемішування. Розрахунок процесу псевдозрідження. Рівновага між фазами. Матеріальний баланс масообмінних процесів. Рівняння масопередачі. Розрахунок коефіцієнтів масопередачі. Розрахунок критеріїв подібності масо переносу. Розрахунок процесу дистиляції та ректифікації. Розрахунок ректифікаційної колони.

### **Кредитний модуль 3.**

Розрахунок процесу екстракції. Розрахунок процесу абсорбції.

Розрахунок процесу адсорбції. Розрахунок процесу кристалізації.

Розрахунки масообмінних колонних апаратів.

## **5. Рекомендований перелік лабораторних робіт (комп'ютерних практикумів)**

Основна мета лабораторних робіт :

- набуття навичок використання класичних методик планування та здійснення наукових досліджень на етапах підготовки й під час виробництва за допомогою типових методик, програм та нормативної документації в умовах наукової лабораторії;
- набуття студентами практичних навичок проведення експериментальних досліджень та обробки отриманих результатів з використанням сучасних технічних засобів та комп'ютерної графіки.

При виконанні лабораторних робіт студенти повинні використовувати персональні обчислювальну техніку.

Приблизний перелік лабораторних робіт:

- дослідження режимів течії рідини
- дослідження процесу нагрівання, кипіння та конденсації насиченої водяної пари
- дослідження процесу випарювання
- наукові семінари
- дослідження процесу фільтрування
- дослідження процесу перемішування. Використання різних перемішувачів пристроїв
- дослідження процесу псевдозрідження
- дослідження процесу центрифугування
- дослідження процесу дистиляції

## **6. Рекомендовані індивідуальні завдання**

Курсовий проект планується в 7-му семестрі. Він має на меті підтвердити уміння студента самостійно вирішувати задачі інженерного рівня.

При виконанні проекту студент повинен показати вміння здійснювати оптимальний вибір конструктивної схеми апарата для конкретної технологічної лінії; обирати методику розрахунку та здійснити параметричні, конструктивні, гідравлічні розрахунки і розрахунки на міцність та жорсткість найбільш відповідальних вузлів і деталей апарата; користуючись нормативно-технічною документацією, виконувати складальні креслення апарата та робочі креслення основних вузлів і деталей.

Результати оформляються у вигляді розрахунково-пояснювальної записки обсягом 35-40 сторінок А4 і графічної частини обсягом не менше двох листів формату А1.

## **7. Рекомендована література**

### **7.1.Базова**

1. Сидоров Ю.І., Влязло Р.Й., Новиков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технічні розрахунки. Приклади і задачі. Основи проектування виробництв. Навч. посібник у 3 ч. – 4.І. Ферментація – Львів, Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004 – 240 с.
2. Сидоров Ю.І., Влязло Р.Й., Новиков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технічні розрахунки. Приклади і задачі. Основи проектування виробництв. Навч. посібник у 3 ч. – 4.ІІ. Оброблення культуральних рідин – Львів, Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004 – 296 с.
3. Сидоров Ю.І., Влязло Р.Й., Новиков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технічні розрахунки. Приклади і задачі. Основи проектування виробництв. Навч. посібник у 3 ч. – 4.ІІІ. Основи проектування мікробіологічних виробництв – Львів, Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004 – 252 с.
4. Промышленная технология лекарств [Учебник. В 2-х т. / В.И. Чуешов, М.Ю. Чернов, Л.М. Хохлова и др.] Под ред. Чуешова Х.: МТК-Книга; Изд. НФАУ, 2002, - 716.
5. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1973. – 752 с.
6. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. – М.: Химия, 1987. – 490 с.
7. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Ч. 1, 2.–М.: Химия, 1981.–811 с.
8. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков В.Н. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.
9. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / Под ред. Ю.И. Дытнерского. – М.: Химия, 1982. – 772 с.
10. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. В 2-х частях. – М.: Химия, 1995.
11. Айба Ш., Хемфри А., Миллис Н. Биохимическая технология и аппаратура. – М.: Мир, 1975.–287 с.
12. Виестур У.Э., Кристапсонс М.Ж., Былинкина Е.С. Культивирование микроорганизмов. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 231 с.
13. Новаковская С.С. Справочник технолога дрожжевого производства. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 288 с.
14. Перт С. Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. – М.: Мир, 1978. – 331 с.
15. Технологическое проектирование предприятий ферментной промышленности / И.М. Грачева, К.А. Калунянц, В.Н. Кестельман и др. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 288 с.
16. Федосеев К.Г. Физические основы и аппаратура микробного синтеза биологически активных соединений. – М.: Медицина, 1977. – 304 с.

## 7.2. Допоміжна

17. Плановский А.Н., Рамм В.М., Каган С.З. Процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1968. – 848 с.
18. Бакланов А.М., Горбенко В.В., Удыма П.Г. Промышленные тепломассовые процессы и установки. – М.: Энергоиздат, 1986. – 328 с.
19. Бакланов А.М., Горбенко В.В., Удыма П.Г. Проектирование, монтаж и эксплуатация тепломассообменных установок. – М.: Энергоиздат, 1981. – 336 с.
20. Коган В. Б. Теоретические основы типовых процессов химической технологии. – Л.: Химия, 1977. – 591 с.
21. Машины и аппараты химических производств /Под ред. И.И.Чернобыльского. – М.: Машиностроение, 1974. – 456 с.
22. Иоффе И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1991. – 352 с.
23. Криворот А.С. Конструкция и основы проектирования машин и аппаратов химической промышленности. – М.: Машиностроение, 1976. – 376 с.
24. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки: Справочник /ГГ. Рабинович, П.М. Рябых, П.А. Хохряков и др. – М.: Химия, 1979. – 568 с.
25. Стабников В.Н., Лысянский В.М., Попов В.Д. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: Агропромиздат, 1985. – 510 с.
26. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергия, 1981. – 417 с.
27. Михеев М.А., Михеева Н.М. Основы теплопередачи. – М.: Энергия, 1977. – 342 с.
28. Маньковский О.Л., Толчинский А.Р., Александров В.В., Теплообменная аппаратура химических производств. – Л.: Химия, 1976. – 368 с.
29. Краснощекое Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. – М.: Энергия, 1980. – 287 с.
30. Барановский Н.В., Коваленко Л.М., Ястребенецкий АР. Пластинчатые и спиральные теплообменники. – М.: Машиностроение, 1973. – 288 с.
31. Хоблер Т. Теплопередача и теплообменники /Пер. с польск. – Л.: Госхимиздат, 1961. – 812 с.
32. Таубман Е.И. Выпаривание. – М.: Химия, 1987. – 328 с.
33. Чернобыльский И.И. Выпарные установки. – К.: Выща школа, 1970. – 240 с.
34. Чернобыльский И.И., Тананайко Ю.М. Сушильные установки химической промышленности. – К.: Техника, 1969. – 280 с.
35. Лыков М.В. Сушка в химической промышленности. – М.: Химия, 1970. – 429 с.
36. Канторович З.Б. Машины химической промышленности. – М.: Машиностроение, 1965. – 416 с.
37. Ильевич А.П. Оборудование заводов силикатной промышленности. – М.: Госстройиздат, 1959. – 472 с.
38. Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности. – М.: Химия, 1968. – 377 с.
39. Клужов П.А. Очистка от пыли газов и воздуха. – Л.: Химия, 1982. – 256 с.
40. Жужиков В.А. Фильтрация: Теория и практика разделения суспензий. – М.: Химия, 1980. – 400 с.
41. Соколов В.И. Центрифугирование. – М.: Химия, 1976. – 408 с.



42. Шкоропад Д.Е. Центрифуги для химических производств. – М.: Машиностроение, 1975. – 246 с.
43. Васильцов Э.А., Ушаков В. Г. Аппараты для перемешивания жидких сред. – Л.: Машиностроение, 1979. – 277 с.
44. Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками /Пер. с польск. – Л.: Химия, 1975. – 384с.
45. Перемешивание жидких сред: Физические основы и инженерные методы расчета/Л.Н. Брагинский, В.И. Бегачев, В.М. Барабаш. – Л.: Химия, 1984. – 336с.
46. Аэров М.Э., Тодес О.М. Гидравлические и тепловые основы работы аппаратов с стационарным и кипящим зернистым слоем. – М.-Л.: Химия, 1968. – 510 с.
47. Гельперин Н.И., Апштейн В.Г., Кваша В.П. Основы техники псевдоожижения. – М.: Химия, 1977. – 664с.
48. Расчеты аппаратов кипящего слоя: Справочник. – Л.: Химия, 1986. – 349 с.
49. Кафаров В.В. Основы массопередачи: Системы газ–жидкость, пар–жидкость, жидкость–жидкость. – М.: Высшая школа, 1979. – 439 с.
50. Хоблер Т. Массопередача и абсорбция /Пер. с польск. – Л.: Химия, 1964. – 479с.
51. Рамм В.М. Абсорбция газов. – М.: Химия, 1976. – 655 с.
52. Александров И.П. Ректификационные и абсорбционные аппараты: Методы расчета и основы конструирования. – М.: Химия, 1978. – 277 с.
53. Багатуров С.А. Основы теории и расчета перегонки и ректификации. – М.: Химия, 1974. – 440с.
54. Серпионова Е.Н. Промышленная адсорбция газов и паров. – М.: Высшая школа, 1969. – 414с.
55. Основы жидкостной экстракции /Под ред. Г.А. Ягодина. – М.: Химия, 1987. – 400с.
56. Трейбал Р. Жидкостная экстракция / Пер. с англ. – М.: Химия, 1966. – 724 с.
57. Мікульонок І.О. Проектування рідинних колонних екстракторів. – К.: ІЗМН, 1996. – 100с.
58. Методичні вказівки для проведення практичних занять з кредитного модулю "Процеси, апарати та машини галузі - 2. Теоретичні основи гідродинамічних та масообмінних процесів" дисципліни "Процеси, апарати та машини галузі" ждя студентів напряму підготовки 6.050503 "Машинобудування" спеціальності "Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних"/Укл. Буртна І.А., Ружинська Л.І., Калініна М.Ф. Електронне видання. К.: НТУУ «КПІ», 2013 Дата отримання грифу "Рекомендовано вченою радою ФБТ" Протокол № 5 від 27.05.2013.-49 с.
59. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з кредитного модулю "Процеси, апарати та машини галузі - 2. Гідродинамічні, механічні та масообмінні процеси" для студентів напряму підготовки 6.050503 - "Машинобудування" спеціальності "Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв"/Укл. Буртна І.А., Ружинська Л.І., Шафаренко М.В., Шибецький В.Ю. Електронне видання. К.: НТУУ «КПІ», 2013. Дата отримання грифу "Рекомендовано вченою радою ФБТ" Протокол № 5 від 27.05.2013.-15 с.
60. Процеси і апарати біотехнологічних виробництв. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів напряму підготовки 6.0514-"Біотехнологія"/Укл. Буртна І.А., Ружинська Л.І., Поводзінський В.М., Шибецький В.Ю. НТУУ «КПІ», 2012 .Електронне видання. Дата отримання грифу "Рекомендовано вченою радою ФБТ" Протокол №1 від 30.01.2012.-33 с.
61. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни "Розрахунок і конструювання спеціального обладнання - 1". "Конструювання та розрахунок

- товстостінних посудин" для студентів напрямку підготовки 6.050503 "Машинобудування" спеціальностей "Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв"/Укл. Буртна І.А. Л.І. Ружинська, М.Ф. Калініна, В.Ю. Шибецький. Електронне видання. К.: НТУУ «КПІ», 2013 Дата отримання грифу "Рекомендовано вченою радою ФБТ" Протокол № 5 від 25.02.2013.-99 с.
62. Определение режима течения жидкости /Сост. М.И. Павлищев. -- 1979.
63. Дослідження тепловіддачі при кипінні і конденсації / Укл.: С.В. Сидоренко, І.А. Андреев. – 1993.
64. Исследование процесса теплопередачи в теплообменнике с U-образными трубками /Сост. Ю.И. Трохин. – 1986.
59. Дослідження сушарки з рециркуляцією частини відпрацьованого повітря /Укл. І.А. Андреев. – 1996.
60. Дослідження парової одноступінчастої холодильної машини /Укл.: І.О. Мікульонок, В.Л. Ракицький, Г.Л. Рябцев. – 1996.
61. Дослідження щоклової дробарки /Укл.: І.О. Мікульонок. – 1998.
62. Исследования работы центрифуги /Сост.: О.Г. Зубриной, В.Т. Миргородский. –1985.
63. Дослідження процесу змішування рідин /Укл. М.П. Швед. – 1998.
64. Исследование тарельчатой ректификационной колонны /Сост.: Ю.М. Тананайко, А.Н. Пивень. – 1986.
65. Апаратурні схеми фармацевтичних та біотехнологічних виробництв. Порядок складання та вимоги до оформлення. Посібник./ Укл.Буртна І.А., Ружинська Л.І., Поводзінський В.М., Шибецький В.Ю. НТУУ «КПІ», 2012 Електронне видання. Дата отримання грифу НТУУ «КПІ» 22.03.2012.-139с.
66. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту для студентів напрямку підготовки 6.050503 «Машинобудування» спеціальності – Обладнання фармацевтичної та мікробіологічної промисловості/ Укл.Буртна І.А., Ружинська Л.І., Шибецький В.Ю.НТУУ «КПІ», 2011 Електронне видання. Дата отримання грифу "Рекомендовано вченою радою ФБТ" Протокол №11 від 26.12.2011.-80с.
67. Правила виконання розрахунково-графічних робіт та звітів про НДР. Методичні вказівки до курсів “Процеси та апарати хімічної технології” і “Машини та апарати хімічних і нафтопереробних виробництв” /Укл.: Г.Л. Рябцев, В.Л. Ракицький, І.О. Мікульонок. – 1998.
68. Алгоритм проектного теплового и гидравлического расчетов вертикального кожухотрубного теплообменника /Сост. В.В. Чижик. – 1981.
69. Алгоритм проектного расчета пластинчатого теплообменника /Сост.: Н.В.Казачинская, С.В. Сидоренко. – 1983.
70. Алгоритм расчета спиральных теплообменников /Сост. В.И. Гнатовский. – 1981.
71. Алгоритм проектного теплового расчета эффективного блочного графитового теплообменника /Сост.: Н.В. Казачинская, С.В. Сидоренко. – 1981.
72. Алгоритм расчета оросительного теплообменника /Сост. Ю.М. Тананайко. – 1984.
73. Алгоритм расчета многокорпусной выпарной установки / Сост. М.И. Павлищев. – 1981.
74. Алгоритм розрахунку установки для сушіння матеріалів у киплячому шарі /Укл. Я.М. Корнієнко. – 1992.
75. Алгоритм теплового расчета контактной сушилки /Сост. Б.А. Гаевский. – 1984.
76. Алгоритм расчета прямоточного циклона /Сост.: Я.Н. Корниенко, В.Н. Марчевский, В.И. Яременко. – 1987.

77. Алгоритм проектного расчета барабанного вакуум-фильтра /Сост. Н.В. Казачинская. – 1987.
78. Алгоритмы расчета фильтров /Сост. Б.А. Раевский. – 1981.
79. Алгоритм расчета абсорбера насадочного типа /Сост. Ю.М. Тананайко. – 1981.
80. Алгоритм расчета распылительного абсорбера /Сост.: М.И. Павлицев, Л.Г. Воронин. – 1987.
81. Алгоритм расчета насадочной ректификационной колонны /Сост. Ю.М. Тананайко. – 1983.
82. Алгоритм расчета пленочного теплообменника / Сост. Л. Б. Радченко. -1982.
83. Алгоритм расчета распылительной сушилки /Сост. Н.В. Казачинская. – 1992.
84. Алгоритм розрахунку установки для сушіння матеріалів у киплячому шарі. /Укл. Я.М. Корнієнко, І.Ю. Деревський, О.В. Мартинюк. – 1992.
85. Алгоритм расчета ленточной сушилки /Сост. Н.В. Казачинская. – 1992.
86. Алгоритм розрахунку апаратів зворотного осмосу та ультрафільтрації /Укл. І.О. Мікульонок. – 1995.
87. Методи добору посадок /Укл. Доброногов В.Г. – 1993.
88. Застосування матеріалів у хімічному машинобудуванні /Укл. І.А. Андреев, О.Г. Зубрій, І.О. Мікульонок. – 1998.
89. Методические указания к практическим занятиям по курсу “Процессы и аппараты химических производств”. Раздел “Гидромеханические процессы” /Сост. С. В. Сидоренко. – 1980.
90. Методические указания по курсовому проектированию по дисциплине “Процессы и аппараты химической промышленности”. Раздел “Эффективные теплообменные аппараты”. Части I, II /Сост. Н.В. Казачинская. – 1980, 1981.
91. Методические указания по курсовому проектированию по курсу “Процессы и аппараты химической технологии”. Раздел “Эффективные теплообменные аппараты”. Часть III /Сост.: Я.Н. Корниенко, В.Н. Марчевский. – 1983.
92. Оформление графической документации. Методические указания к выполнению курсовых и дипломных проектов /Сост. В.Н. Марчевский. – 1989.
93. Требования к оформлению графической документации. Методические указания к выполнению курсовых и дипломных проектов /Сост. В.Н. Марчевский. – 1989.

## **8. Засоби діагностики успішності навчання**

Для успішного засвоєння матеріалу студентам пропонуються тести, питання до заліку, курсового проекту та білети на іспит, які дозволяють провести поточний та підсумковий контроль знань студентів. Поточний контроль знань слугує засобом виявлення ступеня сприйняття (засвоєння) матеріалу (відповіді на лекціях, практичних та лабораторних заняттях). Підсумковий контроль включає теоретичні знання та практичні навички які студент демонструє при складанні заліків, іспитів та при захисті курсового проекту. На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожен білет включає два теоретичних питання і одне практичне.

## **9. Методичні рекомендації**

Використовується рейтингова оцінка рівня підготовки студентів з кредитних модулів. Відповідно, для трьох семестрів вивчення дисципліни, пропонується своя система набору балів, яка затверджується на засіданні кафедри.

Самостійна робота призначена для поглиблення знань з даного курсу і змістом її є:

- вивчення конструкцій машин для переміщення рідин і газів (насосів, компресорів, вентиляторів), теплообмінних апаратів, сушарок, розділення неоднорідних систем, перемішування, абсорбції, адсорбції, десорбції, ректифікації, кристалізації, розчинення, екстракції ;
- оформлення протоколів лабораторних робіт та їх захист;
- виконання розрахунків процесів та апаратів, розглянутих в об'ємі курсу;
- підготовка матеріалів і доповідей на наукових семінарах;
- виконання курсового проекту.

Студенти заочної форми навчання відвідують установчі сесії, на яких знайомляться із матеріалами лекційних, практичних занять та виконують лабораторні роботи. Отримують методичні вказівки для виконання домашніх задач. Перед початком сесії студент-заочник повинен здати викладачу для перевірки виконані домашні задачі, конспект лекцій та протоколи лабораторних робіт. В період сесії захистити виконані домашні задачі , скласти диф. залік, іспит та захистити курсовий проект