

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА**

УТВЕРЖДАЮ

Ректор РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ В.А. Колесников

« _____ » _____ 2011 г.

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

**«КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО ПРОЦЕССАМ И АППАРАТАМ ХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ»**

для направления 241000 «ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ В
ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ, НЕФТЕХИМИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ»

Программа одобрена

Методической секцией Ученого Совета РХТУ
им. Д.И. Менделеева

« _____ » _____ 2011 г.

Председатель _____ Ю.И. Капустин

Москва 2011 г.

Программа составлена кафедрой процессов и аппаратов химической технологии,
проф., заведующим кафедрой Дмитриевым Е.А.,
доц. Тарасовой Т.А.

Зав. кафедрой процессов и аппаратов
химической технологии

_____ Дмитриев Е.А

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта (ГОС ВПО) для направления 241000 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», рекомендациями методической секции Ученого совета и накопленным опытом преподавания предмета кафедрой процессов и аппаратов химической технологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение седьмого семестра.

Цели освоения дисциплины.

Курсовой проект по процессам и аппаратам химической технологии имеет своей целью существенно расширить, систематизировать и использовать на практике знания, полученные при изучении курса процессов и аппаратов химической технологии, что необходимо при подготовке бакалавров по данному направлению для научно-исследовательской, проектной и практической работы на предприятиях.

Задачи курса:

- овладение основными принципами организации процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии на основе изученных в курсе "Процессы и аппараты химической технологии" основ гидромеханики, тепло- и массопередачи;
- развитие способности к расчету и проектированию тепло- и массообменных аппаратов;
- развитие практических навыков, полученных при изучении базовых процессов химической технологии с акцентом на основные закономерности и общие принципы анализа, моделирования, расчета и оптимизации этих процессов, их эффективное энергообеспечение и аппаратурное оформление;
- развитие понимания физической сущности и общности процессов химической технологии.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. КОМПЕТЕНЦИИ СЛУШАТЕЛЕЙ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование *следующих компетенций* бакалавра согласно ФГОС ВПО по направлению «Энерго- и

ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»:

Общекультурные компетенции (ОК):

- способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
- стремление к саморазвитию в изучаемой дисциплине (ОК-7);

Профессиональные компетенции (ПК):

общепрофессиональные:

- способность использовать основные законы сохранения и кинетические закономерности в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и моделирования (ПК-1);
- способность использовать основные законы сохранения для понимания окружающего мира и явлений природы (ПК-2);

по видам деятельности:

в области производственно-технологической деятельности:

- способность участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду (ПК-8);
- способность обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду (ПК-11);

в области организационно-управленческой деятельности:

- способность анализировать технологический процесс (ПК-15);

в области научно-исследовательской деятельности:

- способность применять современные методы исследования технологических процессов, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-20);

в области проектной деятельности:

- способность проектировать отдельные узлы (аппараты) технологических схем (ПК-24).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

ЗНАТЬ:

- методы расчета тепло- и массообменных аппаратов;
- основные принципы организации процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; методы оценки эффективности этих производств и их воздействия на окружающую среду;
- методы математического моделирования и проектирования процессов химической технологии и биотехнологии.

УМЕТЬ:

- рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;
- осуществлять проектирование процессов химической технологии;
- производить выбор аппарата и рассчитывать технологические параметры процесса с учетом реализации задач энерго- и ресурсосбережения.

ВЛАДЕТЬ:

- навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности;
- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;
- методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.

Вид учебной работы	Зач.ед. -2 (VII семестр)
	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины	72
Аудиторные занятия (консультации)	36
Самостоятельная работа:	36
Вид итогового контроля: (экзамен, зачет)	Диф.зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

4.1 РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ЗАНЯТИЙ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ.

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Консультации	Самостоятельная работа
	Введение. Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий.	6	2	4
1	Модуль 1. Расчет ректификационной колонны.			
1.1	Расчет насадочной ректификационной колонны непрерывного действия (для трех размеров насадки).	8	4	4
1.2	Расчет тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия.	8	4	4
1.3	Сравнение данных расчета насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов. Выбор колонны.	6	4	2

2	Модуль 2. Расчет и выбор теплообменников.			
2.1	Расчет кожухотрубчатого испарителя.	8	4	4
2.2	Расчет конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого).	4	2	2
2.3	Расчет подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого).	4	2	2
2.4	Расчет холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых).	4	2	2
3	Модуль 3. Гидродинамические расчеты.			
3.1	Расчет гидравлического сопротивления трубопроводов	4	2	2
3.2	Расчет оптимальных диаметров трубопроводов	4	2	2
3.3	Расчет и подбор насосов	4	2	2
4	Модуль 4. Графическое оформление. Технологическая схема. Ректификационная колонна определенного типа с изображением деталей контактных элементов, рассчитанных в модуле 1	12	6	6
	Диф.зачет			
Итого		72	36	36

4.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Темы и краткое содержание

Введение. Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий.

Модуль 1. Расчет ректификационной колонны.

Тема 1.1_Расчет насадочной ректификационной колонны непрерывного действия (для трех размеров насадки).

Материальный баланс колонны. Расчет минимального и рабочего флегмового числа. Построение рабочих линий. Расчет скорости паров и диаметра колонны. Определение высоты насадки по модифицированному уравнению массообмена. Определение общего числа и высоты единиц переноса. Расчет гидравлического сопротивления насадки.

Тема 1.2 Расчет тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия.

Предварительный выбор тарелок. Материальный баланс колонны. Расчет минимального и рабочего флегмового числа. Расчет скорости паров и диаметра колонны. Построение рабочих линий. Определение высоты светлого слоя жидкости на тарелке и паросодержания барботажного слоя. Расчет коэффициентов массоопередачи, общего числа единиц переноса, эффективности по Мэрфри. Расчет высоты колонны на основе КПД по Мэрфри с построением кинетической линии. Расчет гидравлического сопротивления колонны.

Тема 1.3 Сравнение данных расчета насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов. Выбор колонны.

Модуль 2. Расчет и выбор теплообменников.

Расчет и выбор теплообменников по общей схеме: -расчет тепловой нагрузки; - определение теплового режима и средней движущей силы; - приближенная оценка коэффициентов теплоотдачи, коэффициента теплопередачи, поверхности $F_{ор}$; - выбор типа и нормализованного варианта конструкции; -определение параметров конструкции (например, для кожухотрубного теплообменника: числа труб и числа ходов, диаметра труб, диаметра кожуха, поверхности теплообменника $F_{норм}$ и др.); - сопоставление ориентировочной $F_{ор}$ и $F_{норм}$; - сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов; -гидравлический расчет; - выбор оптимального варианта теплообменника.

Тема 2.1 Расчет кожухотрубчатого испарителя.

Тема 2.2. Расчет конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого).

Тема 2.3. Расчет подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого).

Тема 2.4. Расчет холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых).

Модуль 3. Гидродинамические расчеты.

Тема 3.1 Расчет гидравлического сопротивления трубопроводов

Тема 3.2 Расчет оптимальных диаметров трубопроводов

Тема 3.3 Расчет и подбор насосов

Модуль 4. Графическое оформление.

Технологическая схема. Ректификационная колонна определенного типа с изображением деталей контактных элементов, рассчитанных в модуле 1.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЕТЕНЦИЯМ БАКАЛАВРА

№	Компетенции	Мод уль 1	Мод уль 2	Мод уль 3	Мод уль 4
	Знать:				
1	- методы расчета теплообменных аппаратов;		+		
2	- методы расчета массообменных аппаратов;	+			
3	- основные принципы организации процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;	+		+	+
4	- методы математического моделирования и проектирования процессов химической технологии и биотехнологии.	+	+	+	+
	Уметь:				
5	- рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;	+	+	+	+
6	- осуществлять проектирование процессов химической технологии;	+	+	+	+
7	- производить выбор аппарата и рассчитывать технологические параметры процесса с учетом реализации задач энерго- и ресурсосбережения.	+	+	+	
	Владеть:				
8	- навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности; - методами определения оптимальных и	+	+	+	

9	рациональных технологических режимов работы оборудования;	+	+	+	
10	- методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определение технологических показателей работы аппаратов.	+	+	+	
	Общекультурные компетенции:				
11	-способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);	+	+	+	+
12	-стремление к саморазвитию в изучаемой дисциплине (ОК-7).	+	+	+	+
	Профессиональные компетенции:				
	Общепрофессиональные:				
13	- использование основных законов сохранения и кинетических закономерностей в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и моделирования (ПК-1);	+	+	+	+
14	- способность использовать основные законы сохранения для понимания окружающего мира и явлений природы (ПК-2).	+	+	+	+
	<u>по видам деятельности:</u>				
	<u>в области производственно-технологической деятельности:</u>				
15	- способность участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации		+	+	+

16	<p>воздействия на окружающую среду (ПК-8);</p> <p>- способность обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду (ПК-11).</p> <p><u>в области организационно-управленческой деятельности:</u></p>	+	+	+	+
17	<p>- способность анализировать технологический процесс (ПК-15).</p> <p><u>в области научно-исследовательской деятельности:</u></p>	+	+	+	+
18	<p>- способность применять современные методы исследования технологических процессов, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-20).</p> <p><u>в области проектной деятельности:</u></p>		+	+	
19	<p>- способность проектировать отдельные узлы (аппараты) технологических схем (ПК-24).</p>		+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (КОНСУЛЬТАЦИИ)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы консультаций
1	Введение.	<p>1. Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий.</p>
2	Модуль 1	<p>2. Расчет насадочной ректификационной колонны непрерывного действия. Материальный баланс колонны. Расчет минимального и рабочего флегмового числа. Построение рабочих линий. Расчет скорости паров и диаметра колонны.</p> <p>3. Определение высоты насадки по модифицированному уравнению массообмена. Определение общего числа и высоты единиц переноса. Расчет гидравлического сопротивления насадки.</p> <p>4. Расчет тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия. Предварительный выбор тарелок. Материальный баланс колонны. Расчет минимального и рабочего флегмового числа. Расчет скорости паров и диаметра колонны. Построение рабочих линий.</p> <p>5. Определение высоты светлого слоя жидкости на тарелке и паросодержания барботажного слоя. Расчет коэффициентов массообмена, общего числа единиц переноса, эффективности по Мэрфри. Расчет высоты колонны на основе КПД по Мэрфри с построением кинетической линии. Расчет гидравлического сопротивления колонны.</p> <p>6. Сравнение данных расчета насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов.</p> <p>7. Выбор колонны.</p>
3	Модуль 2	<p>8. Общая схема расчета теплообменников на примере кожухотрубчатого испарителя. Расчет тепловой нагрузки теплообменников.</p> <p>Определение теплового режима и средней движущей</p>

		<p>силы.</p> <p>Приближенная оценка коэффициентов теплоотдачи, коэффициента теплопередачи, поверхности $F_{ор}$.</p> <p>Выбор типа и нормализованного варианта конструкции $F_{норм}$.</p> <p>Определение параметров конструкции.</p> <p>9. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов.</p> <p>Гидравлический расчет.</p> <p>Выбор оптимального варианта теплообменника.</p> <p>10. Расчет конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого) по общей схеме расчета.</p> <p>11. Расчет подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого) по общей схеме расчета.</p> <p>12. Расчет холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых) по общей схеме расчета.</p>
4	Модуль 3	<p>13. Расчет гидравлического сопротивления трубопроводов.</p> <p>14. Расчет оптимальных диаметров трубопроводов.</p> <p>15. Расчет и подбор насосов.</p>
5	Модуль 4.	<p>16. Технологическая схема. Технические характеристики и требования к выполнению спроектированного оборудования. Аппараты, входящие в установку. Основные технологические связи между аппаратами. Элементы, имеющие самостоятельное функциональное назначение (насосы, арматура и т.д.)</p> <p>17. Чертежи общего вида ректификационной колонны определенного типа.</p> <p>18. Чертежи деталей контактных элементов, рассчитанных в модуле 1</p>

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

(НЕ ПРЕДУСМОТРЕНЫ).

8. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

8.1. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ.

- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси хлороформ-дихлорэтан с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего

компонента в исходной смеси, ректификате и кубовом остатке. Тип колонны – тарельчатая;

- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси гексан-гептан с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректификате и кубовом остатке. Тип колонны – тарельчатая;

- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси этанол-вода с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректификате и кубовом остатке. Тип колонны – насадочная;

- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси бензол-толуол с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректификате и кубовом остатке. Тип колонны – выбрать.

- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси ацетон-хлороформ с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректификате и кубовом остатке. Тип колонны – выбрать.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов: В 2 ч. / Ю.И. Дытнерский. - 3-е изд. - М.: Химия, 2002 с.

2. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / ред. Ю. И. Дытнерский. - 4-е изд. М.: Альянс, 2008. - 493 с.

3. Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): Учебн.пособие для вузов.- СПб.: Химиздат, 2009. -544 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Касаткин А.Г. - Основные процессы и аппараты химической технологии. 9-е изд. М.: Химия, 1973. 750 с.
2. Берд Р., Стьюарт В., Лайтфут Е. - Явления переноса. М.: Химия, 1974. 688с.
- 3 Шервуд Т., Пигфорд Р., Уилки Ч. Массопередача. Пер с англ.- М.:Химия,1982.-696 с.
4. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. - Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. 10-е изд. Л.: Химия, 1987. 560с.
5. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник для вузов: в 2-х книгах. под ред В.Г. Айнштейна. М.:Химия, 1999.
6. Дмитриев Е.А. Явления переноса массы в примерах и задачах: Учебное пособие. – М.: РХТУ им Д.И.Менделеева, 2005.-120 с.
7. Моргунова Е.П., Дмитриев Е.А.Процессы и аппараты химической технологии. Экстракция в системе жидкость – жидкость: Учебн. пособие. - М.:РХТУ им Д.И.Менделеева, 2005.-192 с.
8. Комиссаров Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент; ред. Ю. А. Комиссаров. - М.: Химия, 2011. - 1229 с

9.2. Средства обеспечения освоения дисциплины.

- Справочные материалы на сайте кафедры процессов и аппаратов www.chem.-eng.ru

- Компьютерный класс с программным обеспечением для расчета гидродинамического, теплообменного и массообменного оборудования (в курсовых работах и курсовых проектах).

- Мультимедийные средства (основные типы гидродинамических, теплообменных и массообменных аппаратов химической технологии).

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.

- Компьютерный класс с программным обеспечением для расчета гидродинамического, теплообменного и массообменного оборудования (в курсовых работах и курсовых проектах).

11. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Модуль 1. Расчет ректификационной колонны.	Умеет: - рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса (ректификации бинарных смесей); - осуществлять проектирование процессов химической технологии; - производить выбор массообменного аппарата и рассчитывать технологические параметры процесса с учетом реализации задач энерго- и ресурсосбережения.	Диф.зачет
	Владеет: - навыками проектирования простейших массообменных	Диф.зачет

	<p>аппаратов химической промышленности;</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; - методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов. <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы расчета массообменных аппаратов; - основные принципы организации процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; - методы математического моделирования и проектирования процессов химической технологии и биотехнологии. 	Диф.зачет
<p>Модуль 2. Расчет и выбор теплообменников.</p>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать параметры и выбирать теплообменную аппаратуру для конкретного технологического процесса; - осуществлять проектирование теплообменных процессов химической технологии; 	Диф.зачет

	нефтехимии и биотехнологии;	
Модуль 4. Графическое оформление	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оформлять графическую часть при проектировании процессов химической технологии. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками графического оформления технологических схем при проектировании аппаратов химической промышленности; - навыками графического изображения конструкций аппаратов. <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные правила графического оформления при проектировании аппаратов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; - принципы выделения основных узлов при графическом оформлении проектируемых аппаратов химической технологии и биотехнологии. 	<p>Диф.зачет</p> <p>Диф.зачет</p> <p>Диф.зачет</p>