



Министерство образования и науки Республики Казахстан
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова
Кафедра химии и химических технологий

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (SYLLABUS)

ОРАНР 3211 «Основные процессы и аппараты химических производств»

Павлодар, 2013 г.

Лист утверждения программа
дисциплины (Syllabus)



Форма
Ф СО ПГУ 7.18.4/19

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

_____ Ахметов К. К.

«__» _____ 20__ г.

Составитель: _____ доцент, к.х.н. Несмеянова Р. М.
(подпись)

Программа дисциплины (Syllabus)

«Основные процессы и аппараты химических производств» ОРАНР 3211
для студентов очной формы обучения специальности 5В072100 «Химическая технология органических веществ»

Программа разработана на основании рабочей учебной программы, утверждённой «__» _____ 20__ г.

Рекомендована на заседании кафедры от «__» _____ 20__ г.

Протокол № _____.

Заведующий кафедрой _____ Жапаргазинова К. Х. «__» _____ 20__ г.

Рекомендована учебно-методическим советом факультета ХТиЕ

«__» _____ 20__ г. Протокол № _____

Председатель УМС факультета _____ Каниболоцкая Ю. М. «__» _____ 20__ г.



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

_____ Ахметов К. К.

«__» _____ 20__ г.

Составитель: _____ доцент, к.х.н. Несмеянова Р. М.
(подпись)

Программа дисциплины (Syllabus)

«Основные процессы и аппараты химико-технологического производства» ОРАНР 3210
для студентов очной формы обучения специальности 5В072000 «Химическая технология
неорганических веществ»

Программа разработана на основании рабочей учебной программы, утверждённой «__»
_____ 20__ г.

Рекомендована на заседании кафедры от «__» _____ 20__ г.

Протокол № _____.

Заведующий кафедрой _____ Жапаргазина К. Х. _____ «__» _____ 20__ г.

Рекомендована учебно-методическим советом факультета ХТиЕ

«__» _____ 20__ г. Протокол № _____

Председатель УМС факультета _____ Каниболоцкая Ю. М. «__» _____ 20__ г.

1. Паспорт учебной дисциплины

Наименование дисциплины «Основные процессы и аппараты химико-технологического производства»

Количество кредитов и сроки изучения

Всего – 3 кредита

Курс: 3

Семестр: 5

Всего аудиторных занятий – 52,5 часов

Лекции – 22,5 часов

Практические /семинарские занятия – 15 часов

Лабораторные – 15 часов

СРС – 82,5 часов

в том числе СРСП – 22,5 часов

Общая трудоемкость – 135 часов

Форма контроля

Курсовой проект – 5 семестр. Экзамен – 5 семестр

Пререквизиты

Для освоения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, приобретённые при изучении следующих дисциплин: физика, математика, теоретическая и прикладная механика, общая химическая технология.

Постреквизиты

Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины, необходимы для освоения следующих дисциплин: автоматизированные системы управления химико-технологическими процессами, химическая технология органических веществ, технология органического и нефтехимического производства, технология переработки нефти и газа.

2. Сведения о преподавателях и контактная информация

Ф.И.О.: Несмеянова Римма Михайловна

Учёная степень, звание, должность: кандидат химических наук, магистр техники и технологии по специальности «Химическая технология», доцент ПГУ им. С. Торайгырова.

Кафедра «Химия и химические технологии», аудитория А-511,

телефон: 8(7132)673651,

E-mail: hiht_2007@mail.ru, nesm_r@mail.ru.

3. Предмет, цели и задачи

Предмет дисциплины. В курсе «Основные процессы и аппараты химических производств» изучаются процессы, являющиеся составной частью многих технологических производств. Знание курса позволяет выбирать оптимальные режимы производства, конструировать технологические аппараты, выполнять материальные и энергетические балансы, моделировать технологические процессы.

Цель преподавания дисциплины: систематизация знаний по основам технологических процессов химических производств, выработка умения и навыков расчёта химических аппаратов и химико-технологических систем, развитие у студентов способности к самостоятельному поиску, анализу и усвоению знаний о химико-технологических процессах.

Задачи изучения дисциплины: получение знаний о принципах и методах организации важнейших технологических процессов получения базовых продуктов химической промышленности, понимание глубокой физической общности основных процессов химической технологии, овладение студентами основными методами технологического расчёта важнейших аппаратов химических производств.

4. Требования к знаниям, умениям, навыкам и компетенциям

В результате изучения данной дисциплины студенты должны:

иметь представление о:

- конструктивном оформлении машин и аппаратов с учётом специфики процесса и способа обработки вещества;

знать:

- характеристику типовых (основных) процессов и аппаратов, неизменно присутствующих в большинстве химико-технологических производств;
- методику расчёта и проектирования химической аппаратуры;
- уметь:
- комплексно использовать закономерности гидромеханики, тепло-массообмена и макрокинетики химических превращений в расчётах химического оборудования;
- приобрести практические навыки:
- в рациональной организации технологического процесса;
- быть компетентным:
- в вопросах, касающихся основных процессов и аппаратов химических производств.

5 Тематический план изучения дисциплины Распределение академических часов по видам занятий

№ п/п	Наименование тем	Количество аудиторных часов по видам занятий			СРО	
		лекции	практические (семинарские)	лабораторные студийные, индивидуальные	Всего	в том числе СРОП
1	Введение	2	-	-	10	3
2	Теоретические основы процессов химической технологии	2	3	-	10	2,5
3	Закон термодинамического равновесия	1	1	-	10	2,5
4	Моделирование химико-технологических процессов	1	-	-	10	3
5	Гидравлические процессы	5	3	-	10	3
6	Перемещение жидкостей	3	6	-	10	2,5
7	Перемещение и сжатие газов	2	-	-	10	3
8	Гидродинамические процессы	6	2	15	10	2,5
9	Массо- и теплообменные процессы	0,5	-	-	2,5	0,5
	Всего: 135 (3 кредита)	22,5	15	15	82,5	22,5

6. Содержание лекционных занятий

Тема 1. Введение. Предмет, задачи и место курса. Классификация основных процессов химической технологии. Стационарные и нестационарные процессы. Непрерывные и периодические процессы. Значение процессов и аппаратов химической технологии в решении народнохозяйственных и экологических проблем.

Литература: [13, с. 9 – 11].

Тема 2. Теоретические основы процессов химической технологии. Системы единиц измерения физических величин. Определение и расчёт основных физических свойств (констант) жидкостей и газов. Общие принципы анализа и расчёта процессов и аппаратов. Закон сохранения массы и энергии. Материальные балансы. Первый закон термодинамики (закон сохранения энергии). Балансы теплоты и количества движения.

Литература: [3, с. 7 – 12].

Мультимедийное сопровождение: [5].

Тема 3. Закон термодинамического равновесия. Второй закон термодинамики. Направления протекания и движущая сила процессов. Уравнения равновесия.

Явления переноса количества движения (импульса), теплоты и массы. Общие сведения по гидравлике. Несжимаемые и сжимаемые жидкости. Понятие об «идеальной» жидкости. Силы, действующие в реальной жидкости (объемные силы: силы инерции, центробежные силы, поверхностные - силы давления, силы внутреннего трения).

Литература: [1, с. 15 – 30; 4, с. 121 – 141].

Мультимедийное сопровождение: [1; 6].

Тема 4. Моделирование химико-технологических процессов. Общие сведения о моделировании. Значение моделирования при исследовании и проектировании химико-технологических процессов.

Литература: [1, с. 42 – 45; 4, с. 145 – 152].

Мультимедийное сопровождение: [1; 6].

Тема 5. Гидравлические процессы. Гидростатика. Основные уравнения гидростатики. Гидродинамика. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Основные характеристики течения жидкостей. Уравнение неразрывности потока. Уравнение Бернулли для идеальных и реальных жидкостей. Трубопроводы. Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Гидравлический удар. Расчет трубопроводов.

Элементы гидравлики дисперсных систем. Общая характеристика дисперсных систем с твердой фазой. неподвижный, движущийся, кипящий слой. Гидродинамика кипящего слоя. Двухфазное течение систем типа жидкость-жидкость, жидкость-газ, газ-твердая фаза.

Пневмотранспорт в разряженном и плотном слое твердой фазы.

Литература: [1, с. 30 – 102; 4, с. 152 – 190].

Мультимедийное сопровождение: [1; 6].

Тема 6. Перемещение жидкостей. Классификация насосов. Центробежные насосы. Устройство, принцип действия, основное уравнение, напор, производительность, характеристики центробежного насоса. Многоколесные насосы. Поршневые насосы. Устройство, принцип действия, основные параметры работы, характеристика насоса. Диаграммы подачи. Воздушные колпаки.

Литература: [1, с. 102 – 134; 4, с. 190 – 235].

Мультимедийное сопровождение: [1; 6].

Тема 7. Перемещение и сжатие газов. Классификация машин для сжатия и перемещения газов. Термодинамические основы процесса сжатия газов. Изображение процесса сжатия на диаграммах. Работа сжатия и потребляемая мощность.

Литература: [1, с. 134 – 177; 4, с. 235 – 239].

Мультимедийное сопровождение: [1; 6].

Тема 8. Гидродинамические процессы. Осаждение. Материальный баланс процесса. Скорость свободного и стесненного осаждения. Классификация, устройство и работа отстойников. Методика конструктивного расчета отстойников.

Фильтрация. Общие сведения и основные характеристики процесса фильтрации. Основное уравнение фильтрации. Режимы фильтрации. Фильтровальные перегородки. Классификация, устройство и работа фильтров. Методика конструктивного расчета барабанного вакуум-фильтра.

Центрифугирование. Классификация аппаратов, использующих центробежную силу. Центробежная сила и фактор разделения. Процессы в отстойных и фильтрующих центрифугах. Устройство и работа периодических центрифуг. Центробежные сепараторы. Методика расчета отстойных центрифуг.

Классификация неоднородных газовых систем и методы их разделения. Осаждение и очистка газов под действием инерционных сил. Основные закономерности процессов, классификация и устройство пылеосадителей и пылеуловителей.

Центробежное осаждение. Классификация, устройство и принцип работы циклонов.

Очистка газов фильтрованием. Основные закономерности процесса, устройство и принцип действия фильтров с гибкими и жесткими пористыми перегородками. Электрическая очистка газов. Основные закономерности процесса, устройство и принцип действия электрофильтров. Сравнительная характеристика и выбор газоочистительной аппаратуры. Методика технологического расчета циклона.

Перемешивание в жидких средах. Назначение, цели и показатели эффективности перемешивания. Способы перемешивания.

Механическое перемешивание. Механические перемешивающие устройства: состав, устройство, работа, типы и сравнительная характеристика исполнительных устройств (мешалок), затраты энергии на перемешивание.

Циркуляционное и пневматическое перемешивание: организация процесса, перемешивающие устройства, сравнительная характеристика методов. Методика расчета перемешивающих устройств.

Литература: [1, с. 177 – 265; 4, с. 239 – 363].

Мультимедийное сопровождение: [1; 6].

Тема 9. Массо- и теплообменные процессы. Процессы теплообмена и массообменные процессы в химической промышленности. Общие сведения о процессах.

Литература: [1, 265 – 323, с. 422 – 456; 4, с. 363 – 364, с. 560 – 561].

Мультимедийное сопровождение: [1; 6].

7. Содержание практических (семинарских, лабораторных, студийных, индивидуальных) занятий, их объем в часах

Содержание практических занятий

Тема 2. Теоретические основы процессов химической технологии. Общие принципы анализа и расчёта процессов и аппаратов (материальный и тепловой балансы). Физико-химические свойства жидкостей и газов.

Задания: Основные физические свойства капельных жидкостей.

Литература: [1, с.16-22].

Тема 3. Закон термодинамического равновесия. Расчет абсолютного, избыточного, остаточного давлений.

Задания: Понятие "давление".

Литература: [1, с.15-16].

Тема 5. Гидравлические процессы. Определение режимов движения потоков. Энергия потока и уравнение Бернулли. Определение скорости течения жидкости (скоростная трубка Пито-Прандтля). Истечение жидкости через отверстия и насадки. Потери напора (линейные, местные). Подбор оптимального диаметра трубопровода.

Задание: Режимы движения жидкости.

Литература: [1, с.20-21].

Задание: Измерение скорости течения жидкости (трубка Пито, трубка Прандтля, трубка Вентури).

Литература: [14, с.36-37].

Задание: Истечение жидкостей через отверстия, насадки и водосливы.

Литература: [1, с.64-69].

Тема 6. Перемещение жидкостей. Определение основных характеристик насоса. Расчёт и подбор центробежного насоса.

Задание: Основные физические свойства капельных жидкостей.

Литература: [1, с.16-22].

Тема 8. Гидродинамические процессы. Осаждение. Фильтрация. Центрифугирование. Механическое перемешивание. Пневматическое перемешивание

Задание: Неоднородные смеси. Общие понятия и определения.

Литература: [1, с.196-198].

Содержание лабораторных занятий

Тема 8. Гидродинамические процессы.

1) Лабораторная работа № 1. Определение величины угла сыпания и угла естественного откоса зернисто-кускового материала;

2) Лабораторная работа № 2. Определение степени заполнения пространства зернисто-кускового массой;

3) Лабораторная работа № 3. Определение скорости осаждения.

Задание: Неоднородные смеси. Общие понятия и определения.

Литература: [1, с.196-198].

Задание: Гравитационное осаждение.

Литература: [1, с.198-214].

8. Задания самостоятельной работы

Тема 1. Введение.

Задания СРС:

1. Разработка вопросов:

1) Краткие исторические сведения о развитии курса процессов и аппаратов химической технологии.

2) Вклад ученых Казахстана и других зарубежных стран в науку о процессах и аппаратах химической технологии.

2. Подобрать информацию в учебных и периодических изданиях по указанным вопросам.

3. Написать реферат по одному из вопросов.

Тема 2. Теоретические основы процессов химической технологии.

Задания СРС:

1. Разработка вопросов:

1) Основы теории подобия и анализа размерностей.

2) Общие принципы анализа и расчёта процессов и аппаратов.

2. Изучить литературу [2, с. 9-13; 7, с. 17-25];

Тема 3. Закон термодинамического равновесия.

Задания СРС:

1. Разработка вопросов:

1) Основное уравнение переноса субстанций (количество движения, теплоты и массы).

Движущие силы процессов переноса. Аналогия процессов переноса.

2) Уравнение переноса теплоты (дифференциальное уравнение конвективного теплообмена).

3) Уравнение переноса массы (дифференциальное уравнение конвективной диффузии), уравнение переноса количества движения (уравнение Навье-Стокса).

2. Изучить литературу [1, с. 30-35; 4, с. 11-26].

Тема 4. Моделирование химико-технологических процессов.

Задания СРС:

1. Разработка вопросов:

1) Физическое моделирование. Метод обобщенных переменных (основы теории подобия).

Критерии (числа) подобия.

2) Преобразования дифференциальных уравнений методами подобия. Обобщенные критериальные уравнения (уравнения подобия).

3) Подобия гидродинамических процессов.

4) Анализ размерностей.

5) Теорема Бэкингема.

6) Математическое моделирование. Понятие о математической модели и принципах ее построения.

7) Сравнительная характеристика физического и математического моделирования.

2. Изучить литературу [4, с. 145-152; 13, с. 76-94].

3. Написать реферат по одному из вопросов.

Тема 5. Гидравлические процессы.

Задания СРС:

1. Разработка вопросов:

1) Давления: абсолютное, избыточное, остаточное, гидростатическое.

2) Давление жидкости на дно и стенки сосуда.

3) Основные приложения уравнения гидростатики.

4) Истечение жидкостей и газов при постоянном и переменном напоре.

2. Изучить литературу [1, с. 16-30; 4, с. 29-76; 2, с. 9-63].

3. Написать реферат по вопросу 2 или 4.

Тема 6. Перемещение жидкостей.

Задания СРС:

1. Разработка вопросов:

1) Основные параметры насосов. Напор, высота всасывания, подача, мощность, КПД, характеристики насосов (центробежного, поршневого).

2) Параллельная и последовательная работа центробежных насосов. Работа на сеть и управление работой насоса. Типовая схема и основные характеристики насосной установки.

3) Насосы других типов: осевые, плунжерные, пластинчатые и другие; принцип действия, краткая техническая характеристика, применение.

4) Газлифты и струйные насосы: устройство, принцип действия, сравнительная характеристика, применение.

5) Сравнительная характеристика и области применения насосов различных типов, выбор типа насоса.

2. Изучить литературу [1, с.102-133; 2, с.64-88; 4, с.144-170].

Тема 7. Перемещение и сжатие газов.

Задания СРС:

1. Разработка вопросов:

1) Компрессоры. Классификация компрессоров. Типовая схема и основные характеристики компрессорной установки.

2) Поршневые компрессоры: устройство, принцип действия, классификация и краткая характеристика машин разных типов. Рабочий цикл одноступенчатого компрессора, индикаторная диаграмма, степень сжатия, производительность, коэффициент подачи, удельная энергия на сжатие, КПД. Многоступенчатое сжатие. Оптимальное распределение степени сжатия по ступеням компрессора. Основные схемы многоступенчатых машин. Управление работой поршневого компрессора.

3) Центробежные компрессоры: классификация, устройство, принцип действия, напор, производительность, характеристика, мощность на валу. Управление работой центробежного компрессора.

4) Компрессоры других типов: ротационные, осевые, винтовые и другие: принцип действия, краткая техническая характеристика, применение.

5) Вентиляторы и газодувки: классификация, краткая характеристика, применение.

6) Сравнительная характеристика и области применения машин для сжатия газов различных типов, выбор типа машины.

2. Изучить литературу [1, с.134-173; 2, с.64-88; 4, с.170-172].

3. Написать реферат по одному из вопросов.

Тема 8. Гидродинамические процессы.

Задания СРС:

1. Разработка вопросов:

1) Классификация жидких неоднородных систем. Осаждение. Фильтрование. Центрифугирование.

2) Классификация неоднородных газовых систем. Центробежное осаждение. Очистка газов фильтрованием.

3) Механическое перемешивание. Движение тел в жидкостях: режимы движения твердых тел, движение жидкости в окрестности вращающейся лопасти, мощность на перемешивание, выбор числа оборотов мешалки.

4) Циркуляционное и пневматическое перемешивание.

2. Изучить литературу [1, с.196-261; 2, с.89-145; 4, с.172-207].

9. Рекомендуемая тематика курсовых проектов

Задание (для специальности 5В072000 - ХТНВ). Рассчитать требуемую поверхность фильтрации на заданную производительность по суспензии, выбрать стандартный фильтр непрерывного действия и определить необходимое их количество в установке. Разработать технологическую схему процесса, выполнить чертёж общего вида фильтра. Индивидуальное задание выдаётся преподавателем на первой неделе учебного семестра.

10. График консультации СРОП

Консультация по всем вопросам, касающимся лекционного материала, вопросов практических и лабораторных занятий, вопросов СРО и курсовых проектов осуществляется согласно графику СРОП на текущий семестр.

11. Расписание проверок знаний обучающихся

Посещение лекции и практическая (семинарская, лабораторная, индивидуальные, студийные) оцениваются 0-100 баллов.

График выполнения и сдачи заданий по дисциплине

№	Виды работ	Тема, цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи
1	2	3	4	5	6	7
1	Реферат	Тема 1. Введение.		3 недели	конспект	4-ая неделя
2	Реферат	Тема 4. Моделирование химико-технологических процессов.		2 недели	конспект	6-ая неделя
3	Рубежный контроль				тестирование	8-ая неделя
4	Реферат	Тема 5. Гидравлические процессы.		2 недели	конспект	9-ая неделя
5	Реферат	Тема 7. Перемещение и сжатие газов.		2 недели	конспект	11-ая неделя
6	Курсовой проект (для специальности 5В072000 - ХТНВ)			12 недель	курсовой проект	14-ая неделя
7	Рубежный контроль				тестирование	15-ая неделя

12. Критерии оценки знаний обучающихся

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом в форме тестирования, который охватывает весь пройденный материал. Обязательным условием для допуска к экзамену является выполнение всех предусмотренных заданий в программе. Каждое задание оценивается 0-100 баллов.

Рейтинг допуска выводится из среднеарифметического всех выполненных заданий на текущих занятиях (посещение лекции, домашние задания, задания по СРО, задания по практике и другие, рубежный контроль).

К итоговому контролю (ИК) по дисциплине допускаются студенты, выполнившие все требования рабочей учебной программы (выполнение и сдача всех лабораторных работ, работ и заданий по СРС), получившие положительную оценку за защиту курсового проекта (работы) и набравшие рейтинг допуска (не менее 50 баллов).

Уровень учебных достижений студентов по каждой дисциплине (в том числе и по дисциплинам, по которым формой итогового контроля ГЭ) определяется итоговой оценкой (И), которая складывается из оценок РД и ИК (экзамена, дифференцированного зачета или курсовой работы/проекта) с учетом их весовых долей (ВДРД и ВДИК).

$$И = РД*0,6 + ИК*0,4$$

Весовые доли ежегодно утверждаются ученым советом университета и должны быть для РД не более 0,6, а для ИК не менее 0,3.

КП/КР защищаются перед комиссией. Оценка выставляется в соответствии с продемонстрированными знаниями с учетом отзыва руководителя.

Итоговая оценка по дисциплине подсчитывается только в том случае, если обучающийся имеет положительные оценки, как по рейтингу допуска, так и по итоговому контролю. Не явка на итоговый контроль по неуважительной причине приравнивается к оценке «не удовлетворительно». Результаты экзамена и промежуточной аттестации по дисциплине доводятся до студентов в тот же день или на следующий день, если письменный экзамен проводился во второй половине дня.

Для корректности подсчета итоговой оценки знания обучающегося на рубежном контроле (рейтинге) и итоговом экзамене оцениваются в процентах от 0 до 100%.

Оценка рубежного контроля складывается из текущих оценок и оценки рубежного контроля.

Учебные достижения, то есть Знания, умения, навыки и компетенции студентов по дисциплине оцениваются по многобалльной буквенной системе адекватной ее цифровому эквиваленту и традиционной шкале оценок:

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент баллов	Процентное содержание	Оценка по традиционной системе
A	4,0	95-100	Отлично
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	
C+	2,33	70-74	Удовлетворительно
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D	1,0	50-54	
F	0	0-49	Неудовлетворительно

13. Требования преподавателя, политика и процедуры

Посещение обучающимися всех аудиторных занятий без опозданий является обязательным. В случае пропуска занятия отрабатываются в порядке, установленном деканатом. Допускается максимально только два пропуска занятий. Два опоздания на занятие приравниваются одному пропуску. В случае более двух пропусков преподаватель имеет право в дальнейшем студента не допускать к занятиям до административного решения вопроса. Присутствие на лекциях посторонних лиц, не являющихся контингентом студентов данного курса, запрещается.

Работы следует сдавать в указанные сроки. Крайний срок сдачи всех заданий – за 3 дня до начала экзаменационной сессии.

Студенты, не сдавшие все задания, и не защитившие курсовую работу, не допускаются к экзамену.

Повторение темы и отработка пройденных материалов по каждому учебному занятию обязательны. Степень освоения учебных материалов проверяется тестами или письменными работами. Тестирование студентов может проводиться без предупреждения.

При выполнении самостоятельной работы студентов под руководством преподавателя (СРС) учитывать следующие четыре основные функции.

Первая – предполагает реализацию активного восприятия студентами информации преподавателя, полученной в период установочных занятий по учебной дисциплине.

Вторая функция предполагает, что студенты самостоятельно, на основании рекомендаций преподавателя, изучают учебно-методические пособия, литературные источники, выполняют домашние задания, контрольные и курсовые работы и т.д. На этом этапе от студентов требуется знание методов работы, фиксация своих затруднений, самоорганизация и самодисциплина.

Третья функция студентов состоит в анализе и систематизации своих затруднительных ситуаций, выявлении причин затруднений в понимании и усвоении ими учебного материала, выполнении других учебных действий. Студенты переводят неразрешимые затруднения в систему вопросов для преподавателя (ранжируют их, упорядочивают, оформляют), строят собственные версии ответов на эти вопросы.

Четвертая функция студентов состоит в обращении к преподавателю за соответствующими разъяснениями, советами, консультациями.

14. Список литературы

Основная

- 1) Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Кн.1,2.М.: Химия, 1981. – 812 с.
 - 2) Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. 9-е изд. М.: Химия, 1973. – 750 с.
 - 3) Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: Учеб. пособие для вузов / Под ред. чл.-корр. АН СССР П.Г. Романкова. 9-е изд. Л.: Химия, 1981. – 560с.
 - 4) Плановский А.А., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической технологии и нефтехимической технологии. 3-е изд. М.: Химия, 1987. – 540с.
- Дополнительная
- 5) Айнштейн В.Г., Захаров М.Н., Носов Г.А., Захаренко В.В., Зиновкина Т.В., Таран А.Л., Костянян А.Е. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник для вузов: в 2 кн. М.: Химия, 1999 (кн.1, 888с.; кн.2, 872с.)
 - 6) Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. Ч 1,2. М.: Химия, 1981. – 812с.
 - 7) Иоффе И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1991. – 352 с.
 - 8) Коган В.Б. Теоретические основы типовых процессов химической технологии. Л.: Химия, 1977. – 592с.
 - 9) Машины и аппараты химических производств: Примеры и задачи / И.В. Доманский, В.П. Исаков, Г.М. Островский и др. Под общ. ред. В.Н. Соколова. – Л.: Машиностроение, 1982. – 384 с.
 - 10) Основные процессы и аппараты химической технологии (Пособие по проектированию). Под ред. Ю.И. Дытнерского. М.: Химия, 1991. – 496с.
 - 11) Романков П.Г., Курочкина М.И. Гидромеханические процессы химической технологии. 3-е изд. Л.: Химия, – 288с.
 - 12) Справочник химика. М.: Химия, т.3. 1962. – 1006с., т.5. 1996, – 974с.
 - 13) Фролов В.Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии». – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2003. – 608с.
 - 14) Черняк О.В. Основы теплотехники и гидравлики. – М.: Высшая школа, 1974. – 287 с.

15. Список мультимедийного сопровождения

- 1) Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Кн.1,2.М.: Химия, 1981. – 812 с.
- 2) Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. Ч 1,2. М.: Химия, 1981. – 812с.
- 3) Иоффе И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1991. – 352 с.
- 4) Основные процессы и аппараты химической технологии (Пособие по проектированию). Под ред. Ю.И. Дытнерского. М.: Химия, 1991. – 496с.
- 5) Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: Учеб. пособие для вузов / Под ред. чл.-корр. АН СССР П.Г. Романкова. 9-е изд. Л.: Химия, 1981. – 560с.
- 6) Плановский А.А., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической технологии и нефтехимической технологии. 3-е изд. М.: Химия, 1987. – 540с.

