**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**

**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **УТВЕРЖДАЮ**  Директор ИПР  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Ю. Дмитриев  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г. |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

основная образовательная программа подготовки аспиранта

по направлению 18.06.01 «Химическая технология»

Уровень высшего образования

подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

ТОМСК 2014 г.

**Предисловие**

### Рабочая программа составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов к основной образовательной программе высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 18.06.01 «Химическая технология»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА на заседании обеспечивающей кафедры «общей химической технологии» ИПР протокол № \_\_\_\_от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г.

Научный руководитель программы

аспирантской подготовки В.В. Коробочкин

1. Программа СОГЛАСОВАНА с институтами, выпускающими кафедрами специальности; СООТВЕТСТВУЕТ действующему плану.

Зав. обеспечивающей кафедрой ОХТ В.В. Тихонов

# ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Рассматриваемая дисциплина является основной в подготовке аспирантов, обучающихся по профилю 05.17.08 Процессы и аппараты химических технологий.

Целями изучения дисциплины являются:

* приобретение знаний в области исследований разработки и моделирования химико-технологических процессов и их аппаратурного обеспечения в химической технологии;
* приобретения навыков построения технологических схем, проектирования оборудования и аппаратов для проведения химико-технологических процессов.

1. **МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

2.1. Учебная дисциплина «Процессы и аппараты химических технологий» входит в вариативную часть **(**междисциплинарный профессиональный модуль ООП).

2.2. Данная программа строится на преемственности программ в системе высшего образования и предназначена для аспирантов ТПУ, прошедших обучение по программе подготовки магистров, прослушавших соответствующие курсы и имея по ним положительные оценки. Она основывается на положениях, отраженных в учебных программах указанных уровней. Для освоения дисциплины « Процессы и аппараты химических технологий» требуются знания и умения, приобретенные обучающимися в результате освоения ряда предшествующих дисциплин (разделов дисциплин), таких как:

– общая и неорганическая химия;

– физическая и коллоидная химия;

– физико-химические методы анализа;

– общая химическая технология;

– химические реакторы.

2.3. Дисциплина « Процессы и аппараты химических технологий» необходима при подготовке выпускной квалификационной работы аспиранта и подготовке к сдаче кандидатского экзамена.

1. **ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ООП по направлению подготовки Химическая технология.

1. ***Универсальных компетенций:***
   * способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
   * способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
   * готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
   * готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
   * способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
   * способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).
2. ***Общепрофессиональных компетенций:***

* владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
* владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
* способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
* готовность организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности (ОПК-4);
* готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-5).

1. ***Профессиональных компетенций:***

* углубленное изучение теоретических и методологических основ проектирования, эксплуатации и развития химической технологии (ПК-1);
* способность ставить и решать инновационные задачи,связанные с разработкой методов и технических средств, повышающих эффективность эксплуатации и проектирования объектов химической промышленности с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности (ПК-2);
* умение проводить анализ, самостоятельно ставить задачу исследования наиболее актуальных проблем, имеющих значение для отраслей химической промышленности, грамотно планировать эксперимент и осуществлять его на практике (ПК-3);
* умение работать с аппаратурой, позволяющей выполнять физико-химические исследования, моделировать процессы и аппараты на базе известных и разрабатываемых программ для персональных компьютеров, позволяющих решать практические задачи эксплуатации и управления химико-технологическими процессами (ПК-4);
* умение работать с базами данных (Роспатент, ВИНИТИ и др.) и специализированными сайтами в области органической химии и химической технологии.

По окончании изучения дисциплины аспиранты должны будут:***знать:***

* современные достижения науки и передовые технологии в области химических технологий;
* производственно-технологические режимы работы объектов отраслей химической промышленности;
* основы проектирования технологических схем и аппаратов химической технологии;
* методы контроля качества исходного сырья, получаемых продуктов и возможных выбросов веществ в атмосферу;
* экологически безопасные и экономически целесообразные методы проведения химико-технологических процессов;

***уметь:***

* оценивать перспективные направления развития химических технологий с учетом мирового опыта и ресурсосбережения;
* применять современные методы и средства исследования для решения конкретных задач проведения химико-технологических процессов;
* оценивать эффективность систем управления технологическими процессами объектов химической технологии;
* устанавливать причины снижения качества продукции в химических отраслях;
* проводить работы по моделированию процессов и аппаратов химических технологий;

***иметь опыт:***

* планирования методов решения научно-технических задач;
* анализа работы анализа работы технологических схем и аппаратуры в химической технологии;
* работы с системами, моделирующими процессы и аппараты химических технологий;
* разработки мероприятий по энергосбережению и повышению качества производимой продукции;
* анализа работы технологических схем и аппаратуры при аварийных ситуациях в производстве продуктов органической и неорганической технологий;
* систематизации взаимного влияния различных факторов на проведение химико-технологических процессов.

1. **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
   1. **Разделы дисциплины и виды занятий**

Приводимая ниже таблица показывает вариант распределения бюджета учебного времени, отводимого на освоение основных модулей предлагаемого курса согласно учебному плану в 3 и 4 семестрах.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование разделов и тем | Трудоемкость (в ЗЕТ) | | Объем работы  (в часах) | Всего учебных занятий  (в часах) | | | | | |
| лекции | семинары | | самостоятельная работа занятия | | экзамен |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | | 6 | | 7 |
| **Раздел 1.**  **Введение. Теоретические основы процессов химической технологии** | | | | | | | | | |
| Тема 1. Предмет и задачи курса процессов и аппаратов химической технологии. |  | | 8 |  | | 2 | 6 | |  |
| Тема 2. Краткая характеристика предмета и задачи данной дисциплины |  | | 8 |  | | 2 | 6 | |  |
| **Раздел 2. Разделение неоднородных систем.** | | | | | | | | | |
| Тема 3. Классификация неоднородных систем и методов разделения. |  | 24 | |  | | 4 | 20 | |  |
| Тема 4. Разделение неоднородных систем осаждением в поле действия центробежных сил. |  | 24 | |  | | 4 | 20 | |  |
| Тема 5. Разделение неоднородных систем осаждением в поле действия электрических сил. |  | 26 | |  | | 4 | 22 | |  |
| Тема 6. Основные способы и методы интенсификации процессов разделения неоднородных систем. |  | 34 | |  | | 6 | 28 | |  |
| **Раздел 3. Теплообменные процессы и аппараты.** | | | | | | | | | |
| Тема 7. Тепловые процессы в химической технологии, их роль и значение в проведении химико-технологических процессов. |  | 18 | |  | | 2 | 16 | |  |
| Тема 8. Теплопередача. |  | 32 | |  | | 14 | 18 | |  |
| Тема 9**.** Конвективный теплоперенос***.*** |  | 26 | |  | | 10 | 16 | |  |
| **Раздел 4.**  **Массообменные процессы и аппараты.** | | | | | | | | | |
| Тема 10. Статика процессов массопереноса. |  | 32 | |  | | 8 | 24 | |  |
| Тема 11. Кинетика процессов массопереноса. |  | 26 | |  | | 6 | 20 | |  |
| Тема 12. Массопередача. |  | 44 | |  | | 8 | 36 | |  |
| Тема 13. Современные проблемы в области процессов и аппаратов в химической и нефтехимической промышленностях. |  | 22 | |  | | 2 | | 20 |  |
| **Всего по дисциплине** | **9** | **324** | |  | | **72** | | **252** |  |

**4.2.** **Содержание разделов и тем**

**Раздел 1. Введение. Теоретические основы процессов химической технологии.**

**Тема 1.** Современное состояние химической и других смежных с ней отраслями промышленности. Место и роль процессов и аппаратов химической технологии в современном мире химической промышленности.

**Тема 2**. Роль дисциплины в деле подготовки высококвалифицированных специалистов для отечественной промышленности в условиях многоуровневой системы высшего образования.

**Раздел 2. Разделение неоднородных систем.**

**Тема 3.** Цели и задачи процессов разделения. Принципы выбора методов разделения и сравнительные оценки эффективности процессов разделения. Основы составления материального баланса процессов разделения.

**Тема 4.** Характеристики и принципы создания центробежных сил. Фактор разделения. Циклонирование и центрифугирование неоднородных систем.

**Тема 5.** Физические основы процессов разделения неоднородных систем в электрическом поле. Способы создания неоднородных электрических полей.

**Тема 6.** Основные способы и методы интенсификации процессов разделения неоднородных систем. Принципы выбора методов разделения и сравнительные оценки эффективности процессов разделения. Основы составления материального баланса процессов разделения.

**Раздел 3. Теплообменные процессы и аппараты.**

**Тема 7.** Классификация способов переноса теплоты. Стационарный и нестационарный процессы теплопереноса. Движущие силы процессов теплообмена. Тепловое равновесие. Основные задачи статики и кинетики процессов теплообмена.

**Тема 8.** Основное уравнение теплопередачи при постоянных и переменных температурах теплоносителей. Принципы расчета коэффициентов теплопередачи. Движущая сила процессов теплопередачи. Практическое использование уравнения теплопередачи в проектных и поверочных расчётах.

**Тема 9.** Теплообмен в условиях естественной и вынужденной конвекции. Уравнение теплоотдачи, коэффициент теплоотдачи и движущая сила. Представления о механизме процесса конвективного теплообмена в условиях ламинарного и турбулентного потоков. Тепловой пограничный слой. Температурное поле в условиях конвекции. Общий вид критериальных уравнений для расчета конвективного теплообмена.

**Раздел 4. Массообменные процессы и аппараты.**

**Тема 10.** Основные задачи статики. Способы выражения составов фаз. Движущие силы процессов массопереноса. Термодинамическое равновесие. Основные законы межфазового равновесия. Графическое изображение состояния равновесия между фазами для бинарных систем (***y-x*** диаграммы).

**Тема 11.** Основные задачи кинетики массообменных процессов. Представление о полях концентраций, стационарные и нестационарные поля. Градиент концентраций. Основные модели механизмов массопереноса на границе раздела фаз. Уравнение массоотдачи и коэффициенты массоотдачи.

**Тема 12.** Уравнения массопередачи, определение средних движущих сил процессов массопередачи. Основные кинетические показатели процесса массопередачи и методы их расчёта: коэффициенты массопередачи, в т.ч. объёмный коэффициент массопередачи, общие и частные числа единиц переноса (ОЧЕП и ЧЕП) и высоты единиц переноса (ОВЕП и ВЕП).

**Тема 13.** Проблемные вопросы создания замкнутых и малоотходных экологически чистых технологических производств. Проблемы масштабного перехода и интенсификации. Увеличение мощности единичных аппаратов. Новые процессы и аппараты. Развитие методов кибернетики применительно к задачам анализа и синтеза химико-технологических систем.

1. **ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Технология процесса обучения по дисциплине «Процессы и аппараты химических технологий» включает в себя следующие образовательные мероприятия:

а) аудиторные занятия (лекционно-семинарская форма обучения);

б) самостоятельная работа студентов;

г) контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию;

д) зачет в 3 семестре; экзамен в 4 семестре. В учебном процессе используются как активные, так и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор) и технологии проблемного обучения.

Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия.

Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Самостоятельная работа организована в соответствие с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

* самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
* поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

* постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» и формирует необходимые компетенции;
* решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность аспирантов.

1. **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И**

**ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Цель контроля – получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.**6.1. Текущий контроль**

*Текущий контроль успеваемости* – проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущий контроль знаний учащихся организован как устный групповой опрос (УГО).

*Текущая самостоятельная работа* студента направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений аспиранта.

**6.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий». Форма аттестации – кандидатский экзамен в письменной или устной форме. Кандидатский экзамен проводится в 4 семестре.

Экзаменационный билет состоит из трех теоретических вопросов, тематика которых представлена в программе кандидатского экзамена.

На кандидатском экзамене аспирант должен продемонстрировать высокий научный уровень и научные знания по дисциплине «Процессы и аппараты химических технологий».

**6.3. Список вопросов для проведения текущего контроля и устного опроса обучающихся:**

1. Принципы выбора методов разделения неоднородных систем и сравнительные оценки эффективности процессов разделения.
2. Основы составления материального баланса процессов разделения.
3. Циклонирование и центрифугирование неоднородных систем.
4. Способы создания неоднородных электрических полей.
5. Основные способы и методы интенсификации процессов разделения неоднородных систем.
6. Принципы выбора методов разделения и сравнительные оценки эффективности процессов разделения.
7. Классификация способов переноса теплоты. Стационарный и нестационарный процессы теплопереноса. Движущие силы процессов теплообмена.
8. Основные задачи статики и кинетики процессов теплообмена.
9. Основное уравнение теплопередачи при постоянных и переменных температурах теплоносителей.
10. Принципы расчета коэффициентов теплопередачи. Движущая сила процессов теплопередачи.
11. Теплообмен в условиях естественной и вынужденной конвекции.
12. Представления о механизме процесса конвективного теплообмена в условиях ламинарного и турбулентного потоков.
13. Общий вид критериальных уравнений для расчета конвективного теплообмена.
14. Термодинамическое равновесие. Основные законы межфазового равновесия. Движущие силы процессов массопереноса.
15. Графическое изображение состояния равновесия между фазами для бинарных систем (***y-x*** диаграммы).
16. Основные задачи кинетики массообменных процессов.
17. Основные модели механизмов массопереноса на границе раздела фаз.
18. Уравнение массоотдачи и коэффициенты массоотдачи.
19. Проблемные вопросы создания замкнутых и малоотходных экологически чистых технологических производств.
20. Проблемы масштабного перехода, интенсификации, и увеличение мощности аппаратов.
21. Развитие методов математического моделирования применительно к задачам анализа и синтеза химико-технологических систем.
22. Современные виды аппаратов для процессов разделения неоднородных систем.
23. Принципы составления технологических схем.
24. Аппаратурное оформление процессов сушки и обжига.
25. Перспективы развития теплообменной аппаратуры.
26. **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Основная литература**

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. 14-е изд. (перепечатано с 9-го изд. 1973 г.). – М.:Альянс, 2008. – 750с.
2. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. Изд.2-е. В 2-х кн. Часть 1 и 2. – М.: Химия, 1995. – 668с.
3. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. 14 изд. (перепеч. с изд. 1987 г.), – М.:Альянс, 2007. –576с.
4. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.:Химия, 1981. – 812с.
5. Руководство к практическим занятиям по лаборатории процессов и аппаратов химической технологии. /Под ред. П.Г. Романкова. 5-е изд. – Л.: Химия, 1979. – 256с.
6. Ульянов Б.А., Бадеников В.Я., Ликучев В.Г. Процессы и аппараты химической технологии. Учебное пособие. – Ангарск: Изд-во Ангарской государственной технической академии, 2006. – 743 с.
7. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. 3-е изд. – М.: Химия, 1987г. – 496с.

**Дополнительная литература**

1. Коган В.Б. Теоретические основы типовых процессов химической технологии. – Л.: Химия, 1977. – 592с.
2. Романков П.Г., Курочкина М.И. Гидромеханические процессы химической технологии. 3-е изд. – Л.: Химия, 1982. – 288с.
3. Кафаров В.В. Основы массопередачи. 3-е изд. – М.: Высшая школа, 1979г. – 439с.
4. Косинцев В.И., Михайличенко А.И., Крашенинникова Н.С., Сутягин В.М., Миронов В.М. Основы проектирования химических производств. – М.: Академкнига, 2005. – 332 с.
5. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию – М.: Химия, 1991. – 496 с.
6. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. Учебник для вузов. Изд. 3-е. в 2-х кн: часть 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. – М.: Химия, 2002. – 400 с.
7. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. Учебник для вузов. Изд. 3-е. в 2-х кн: часть 2. Массообменные процессы и аппараты. – М.: Химия, 2002. – 400 с.
8. Кутепов А.М. Практикум по процессам и аппаратам химической технологии – М.: МГУИЭ, 2005. – 328
9. **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Компьютерные классы с пакетами прикладных программ

2. Учебные лаборатории по разделам федеральной компоненты курса.

3. Научно-исследовательские лаборатории по региональной и вузовской компонентам курса.