

Основы химической технологии. Моделирование в химической технологии.
Учебный курс для магистрантов и аспирантов Научно-образовательного центра
«Энергоэффективный катализ» (НОЦ ЭК)

ПРОГРАММА

Аннотация

Учебно-методический комплекс «Основы химической технологии» предназначен для магистрантов и аспирантов НОЦ ЭК, будущих специалистов в области теоретических и практических основ химической технологии.

Курс базируется на фундаментальных основах описания явлений разного временного и пространственного масштаба и разной природы (химические реакции, фазовые превращения, тепло- и массообмен, гидродинамика потоков и пр.) и их системного взаимодействия между собой в промышленных химических процессах.

Курс включает в себя описание основных процессов и аппаратов химической технологии, общие принципы их расчета, масштабирования и математического моделирования. Особое внимание в этом разделе уделено каталитическим реакторам.

Второй раздел курса посвящен технологическим схемам производства химических продуктов, основы их математического моделирования и оптимизации. В частности, рассматриваются производства базовой химии, нефтепереработки и нефтехимии, а также энергоэффективные технологии, предназначенные для охраны окружающей среды и утилизации вредных отходов.

Комплекс включает в себя лекционный курс и семинарские занятия. Кроме того, в рамках курса проводятся практические занятия по моделированию и оптимизации аппаратов и технологических схем с применением современного программного обеспечения.

1. Цели и задачи курса

Целью разработки магистерской программы является методическое обеспечение реализации ФГОС ВПО, ОС ВПО НГУ и ООП НГУ по направлению подготовки 020100.68 «химия» (магистр химии, специализирующийся в области катализа, инженерной химии, инноваций и предпринимательства).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данный курс является частью магистерской программы высшего профессионального образования (МП ВПО) «Энергоэффективный катализ»¹ (020100.68.20).

3. Компетенции, формируемые в результате освоения курса

По окончании изучения курса обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

а) общекультурными компетенциями (ОК):

¹ Магистерская программа разработана в рамках Научно-образовательного центра при НГУ «Энергоэффективный катализ» (НОЦ ЭК).

- способностью ориентироваться в условиях производственной деятельности и адаптироваться в новых условиях **(ОК-1)**;
- умением принимать нестандартные решения **(ОК-2)**;
- владением иностранным (прежде всего английским) языком в области профессиональной деятельности и межличностного общения **(ОК-3)**;
- пониманием философских концепций естествознания, роли естественных наук (химии в том числе) в выработке научного мировоззрения **(ОК-4)**;
- владением современными компьютерными технологиями, применяемыми при обработке результатов научных экспериментов и сборе, обработке, хранении и передаче информации при проведении самостоятельных научных исследований **(ОК-5)**;
- пониманием принципов работы и умением работать на современных научных приборах и оборудовании при проведении научных исследований **(ОК-6)**.

б) профессиональными компетенциями (ПК):

в научно-исследовательской деятельности:

- наличием представления об актуальных направлениях исследований в современной теоретической и экспериментальной химии (синтез и применение веществ в наноструктурных технологиях, исследования в критических условиях, химия жизненных процессов, химия и экология и другие) **(ПК-1)**;
- знанием основных этапов и закономерностей развития химической науки, пониманием объективной необходимости возникновения новых направлений, наличием представления о системе фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, форм и методов научного познания, их роли в общеобразовательной профессиональной подготовке химиков **(ПК-2)**;
- владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии (в соответствии с профильной направленностью магистерской диссертации) **(ПК-3)**;
- умением анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по предлагаемой научным руководителем теме и самостоятельно составлять план исследования **(ПК-4)**;
- способностью анализировать полученные результаты, делать необходимые выводы и формулировать предложения **(ПК-5)**;
- наличием опыта профессионального участия в научных дискуссиях **(ПК-6)**;
- умением представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати) **(ПК-7)**;

в научно-педагогической деятельности:

- пониманием принципов организации преподавания химии в образовательных учреждениях высшего профессионального образования (ПК-8);
- владением методами подбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения в образовательных учреждениях высшего профессионального образования (ПК-9);

в организационно-управленческой деятельности:

- способностью определять и анализировать проблемы, планировать стратегию их решения (ПК-10);
- владением основами делового общения, навыками межличностных отношений, способностью работать в научном коллективе (ПК-11);
- пониманием принципов организации и управления деятельностью научных коллективов (ПК-12).
- пониманием основных принципов организации взаимодействия науки, бизнеса и производства (ПК-13)

Приведенные выше компетенции магистров вырабатываются в ходе выполнения обучающимися требований к выполнению основной образовательной программы, а также в ходе формирования межличностных отношений. Компетенции могут дополняться НГУ в ходе реализации ОП магистратуры с учетом введения дополнительных требований к выполнению ОП или специфики содержания их подготовки и рекомендаций работодателей.

По окончании изучения курса обучающийся должен:

иметь представление

- о современных тенденциях в развитии химической технологии;
- о её роли в развитии различных отраслей народного хозяйства и в решении глобальных проблем человечества;
- об основных подходах к разработке химических аппаратов и построения химико-технологических схем.

знать

- масштаб и структуру химических и физических процессов основных химических производств, их аппаратное оформление;
- методы расчета и моделирования аппаратов химического производства;
- методы моделирования и оптимизации технологических схем производства химических продуктов.

уметь

- использовать полученные знания для анализа современного состояния химических производств;
- проводить расчеты аппаратов и технологических схем химических производств, проводить их оптимизацию;
- предлагать новые конструкции химических аппаратов и новые конфигурации химико-технологических схем и проводить их расчет.

4. Виды учебной работы и образовательные технологии, используемые при их реализации

Лекции, семинары, лабораторные работы, самостоятельная работа (включая производственную практику в Институтах СО РАН или инновационных компаниях).

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура курса

Общая трудоемкость курса – 144 часов или 4 зачетных единицы.

Наименование разделов и тем	Количество часов				
	Лекции	Семинары	лабораторные работы	самостоятельная работа	Экзамен
Введение в химическую технологию	2	-	-	-	-
Основные процессы и аппараты химических производств, теоретические основы их расчета и моделирования	12	16	-	38	2
Технологические схемы химических производств, их моделирование и оптимизация	14	10	10	38	2
Итого по курсу:	28	26	10	76	4

Примечания: самостоятельная работа подразумевает подготовку к контрольным работам, экзаменам, семинарам и пр. Как правило время, отводимое на самостоятельную работу меньше суммарного времени, отводимого на лекции, семинары и лабораторные («досковая» нагрузка), если в курсе не предусмотрен экзамен. Если экзамен предусмотрен, то время на самостоятельную работу может превышать «досковую» нагрузку. Общее количество часов в курсе должно быть кратно 36 часов. В крайнем случае, если курс маленький – 18 часов.

5.2. Программа лекционного курса

Введение (2 часа)

1. Роль и масштабы использования химических процессов в различных сферах материального производства. Сырьевая и энергетическая база химических производств. Тенденции развития техносферы и возрастающее значение проблем ресурсо- и энергосбережения, обеспечения безопасности химических производств, защиты окружающей среды. Химическое производство как сложная система. Основные этапы создания химико-технологических систем (ХТС). Структурная иерархия технологических систем: молекулярные процессы макрокинетика аппараты – производства – глобальные проблемы развития техносферы.

Основные процессы и аппараты химических производств, теоретические основы их расчета и моделирования (12 часов)

1. Элементы механики газов и жидкостей. Основы технической гидродинамики и гидравлики. Насосное и компрессорное оборудование, трубопроводы.
2. Тепловые процессы в химической технологии. Теплообменные аппараты.
3. Массообменные процессы. Основные принципы массообменных процессов в системах газ – жидкость, жидкость – жидкость, газ – твердое тело, жидкость – твердое тело. Равновесные, кинетические и механические факторы в организации процессов межфазного массообмена. Средства интенсификации массообмена.
4. Абсорбция. Экстракция. Адсорбция. Общие сведения. Физические основы и методы расчета
5. Ректификация. Общие сведения. Основные свойства жидкостей и их паров. Схемы ректификационных аппаратов. Физические основы и методы расчета.
6. Каталитические реакторы. Виды, конструкция, классификация. Математические модели каталитических реакторов.

Технологические схемы химических производств, их моделирование и оптимизация (14 часов)

1. Технологические схемы производства химических продуктов, основы их математического моделирования и оптимизации.
2. Производство элементарной серы и серной кислоты.
3. Производство аммиака и метанола.
4. Процессы нефтепереработки. Каталитический риформинг, каталитический крекинг и гидроочистка.
5. Промышленный органический и нефтехимический синтез.
6. Переработка и использование возобновляемых топлив.
7. Использование химических технологий для решения задач охраны окружающей среды.

5.3. План семинарских (лабораторных) занятий

Курс будет включать семинарские занятия, посвященные вопросам математического моделирования и расчета различных химических аппаратов (16 часов), а также математического моделирования и оптимизации химико-технологических схем (10 часов). Кроме того, курс будет включать лабораторный практикум по освоению программного обеспечения для расчета химико-технологических схем и проведению расчетов и оптимизации схем (10 часов).

6. Система контроля и оценки знаний обучающегося

Контроль и оценка знаний учащихся осуществляются в ходе 2 экзаменов: а) по части курса «Основные процессы и аппараты химических производств,

теоретические основы их расчета и моделирования» и б) по части курса «Технологические схемы химических производств, их моделирование и оптимизация».

7. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

- Опишите принцип действия поршневого компрессора
- Приведите характерные значения коэффициента теплообмена для теплообменников «газ-газ», «газ-жидкость», «жидкость-жидкость», «кипящая жидкость – конденсирующийся пар»
- Как флегмовое число влияет на производительность, качество разделения и энергопотребление процесса ректификации?
- Нарисуйте схему аппарата для противоточной экстракции.
- Опишите преимущества и недостатки реакторов с кипящим слоем катализатора.
- Приведите уравнение идеального вытеснения для каталитического реактора.
- Какое оптимальное давление в контуре синтеза аммиака и почему?
- Опишите принцип действия процесса риформинга с непрерывной регенерацией катализатора
- Какая технология наиболее подходит для очистки отходящих газов от вредных органических примесей при низком и переменном содержании этих примесей?

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: В 2 кн. М.: Химия, 1995.
2. Кутепов А.М. и др. Общая химическая технология. М.: Высшая школа, 1990.
3. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1988.
4. Мухленов И.П. и др. Общая химическая технология: В 2 кн. М.: Высш.шк., 1984.
5. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1973

Дополнительная литература

1. Соколов Р.С. Химическая технология, Москва, изд. «Владос», 2000.
2. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. Москва, изд. «Химия», 1988.
3. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Ленинград, Изд. «Химия», 1987.

Интернет-ресурсы

http://web-local.rudn.ru/web-local/prep/prep_2209/,

<http://www.chem.msu.su/rus/library/welcome.html>

www.xumuk.ru

<http://www.chemport.ru> Химическая энциклопедия

<http://physchem.distant.ru/>

<http://ru.wikipedia.org>

<http://web-local.rudn.ru/web-local/prep/rj/index.php?id=1829&p=11366>

http://www.chem.isu.ru/faculty/programs/pr_tech.html

Разработчик программы, д.т.н.

А. Н. Загоруйко