

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



А.А. Панфилов

2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ»

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль/программа подготовки «Технология и переработка полимеров»

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного кон- троля (экз./зачет)
6	3 / 108	18		36	54	Зачет
Итого	3 / 108	18		36	54	Зачет

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс имеет **целью** приобретение знаний теоретических основ химических реакторов и протекающих в них процессов на основе методов математического моделирования.

Задачи дисциплины.

Основные задачи курса "Химические реакторы":

- знакомство с химическим реактором и протекающими в нем процессами, т.е. общий анализ изучаемого объекта, его классификация и выделения частных явлений;
- последовательное изучение частных явлений в соответствии с иерархической структурой процесса в химическом реакторе: химическая реакция, химический процесс, процесс в реакционном слое реактора и в реакторе в целом;
- развитие инженерного мышления и эрудиции при анализе процесса в химическом реакторе.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина относится к базовой части учебного плана подготовки бакалавра. Курс "Химические реакторы" замыкает базовую подготовку студентов по химико-технологическим дисциплинам. Особенностью курса является использование и углубление тех знаний, которые студенты приобретают при изучении предшествующих курсов, включая многие разделы математики, физики, химической термодинамики, химической кинетики, химии неорганических и органических соединений, общей химической технологии, ПАХТ.

Знания, полученные в данном курсе необходимы для дальнейшего обучения по дисциплинам базовой и вариативной части, производственной практики и выполнения бакалаврской работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать:

- основы теории процесса в химическом реакторе (ОПК-1);
- методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях (ОПК-1);
- методику выбора реактора и расчета процесса в нем (ПК-4);
- основные реакционные процессы реакторы химической и нефтехимической технологии (ПК-4).

2) Уметь:

- произвести выбор типа реактора и произвести расчет технологических

параметров для заданного процесса (ПК-4);

- определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе (ОПК-1).

3) Владеть:

- методами расчета и анализа в химических реакторах (ОПК-1);

- методами определения технологических показателей процесса (ПК-4).

В процессе ознакомления дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-1);

способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-4).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
		Неделя семестра		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Тема 1. Иерархическая структура математической модели процессов в реакторе.	6	1-2	2				3		2/100	
2	Тема 2. Физико-химические закономерности химических превращений	6	3-4	2		16		6		2/11	
3	Тема 3. Гомогенный химический процесс. Основные положения и определения.	6	5-6	2				3		2/100	Рейтинг - контроль № 1
4	Тема 4. Гетерогенный (некаталитический) химический процесс	6	7-8	2				3		2/100	
5	Тема 5. Каталитический процесс	6	9-10	2				3		2/100	
6	Тема 6. Изотермические процессы в реакторе	6	11-14	4		10		15		4/28	Рейтинг - контроль № 2
7	Тема 7. Неизотермические процессы в химических реакторах	6	15-16	2				3		2/100	
8	Тема 8. Виды промышленных химических реакторов	6	17-18	2		10		18		2/17	Рейтинг - контроль № 3
	Зачет										
Всего				18		36		54		18/50	

4.1. Теоретический курс

Тема 1. Иерархическая структура математической модели процессов в реакторе.

Лекция 1. Определение и назначение химического реактора. Реакторы в химических и нехимических отраслях промышленности. Систематизация процессов в химическом реакторе по масштабу их протекания. Иерархическая структура математической модели процессов в реакторе.

Тема 2. Физико-химические закономерности химических превращений

Лекция 2. Физико-химические закономерности химических превращений – стехиометрические, термодинамические, кинетические. Показатели химического превращения – степень превращения, выход продукта, интегральная и дифференциальная селективность, скорости реакции и превращения реагентов. Пути повышения эффективности химических превращений на основе знания их физико-химических свойств.

Тема 3. Гомогенный химический процесс.

Лекция 3. Понятие химического процесса. Классификация химических процессов по различным признакам – химическим, фазовым и стационарности. Гомогенный химический процесс. Влияние химических признаков и условий протекания процессы на его показатели. Способы интенсификации. Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических процессов.

Тема 4. Гетерогенный (некаталитический) химический процесс.

Лекция 4. Структура процесса и его составляющие. Наблюдаемая скорость химического превращения. Режимы протекания процесса, лимитирующая стадия. Гетерогенный процесс "газ (жидкость) - твердое", "газ (жидкость) - жидкость". Обоснование выбора модели, построение и ее анализ. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Пути интенсификации для различных режимов работы.

Тема 5. Каталитический процесс.

Лекция 5. Определение, классификация, примеры. Гомогенный и гетерогенный катализ. Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Пути интенсификации каталитических процессов.

Тема 6. Изотермические процессы в реакторе.

Лекция 6. Классификация процессов в реакторах по различным признакам – вид химического процесса, организация потоков реагентов, организация тепловых потоков. Влияние структуры потока, стационарности режима, параметров и условий протекания процесса, вида химической реакции и ее пара-

метров на профили концентраций и показателей процесса в реакторе.

Лекция 7. Сравнение эффективности работы реакторов, описываемых различными моделями – идеального смешения и вытеснения. Процессы в реакторах с переносом вещества, отличным от идеального смешения и вытеснения. Модели процессов, области их применения и сопоставление с моделями «идеальных» процессов.

Тема 7. Неизотермические процессы в химических реакторах.

Лекция 8. Организация тепловых потоков и режимов в химических реакторах. Распределение температуры и концентраций (степени превращения) в реакторе в режимах идеального смешения и распределения, адиабатическом и с теплообменом. Связь температуры и степени превращения в адиабатическом процессе. Сопоставление с изотермическим режимом.

Тема 8. Виды промышленных химических реакторов.

Лекция 9. Конструкции промышленных реакторов для проведения процессов (гомогенных, гетерогенных, каталитических). Выбор типа реактора, особенности конструкции и режима.

4.2. Перечень тем лабораторных занятий

Лабораторное занятие 1. Инструктаж по ТБ. Ознакомление с лабораторным курсом дисциплины. Выдача задания на выполнение лабораторной работы.

Лабораторное занятие 2-4. Выполнение лабораторной работы с элементами научного исследования «Влияние мольного соотношения сырьевых компонентов на технологические параметры работы реактора идеального смешения».

Лабораторное занятие 5. Защита работ. Рейтинг-контроль № 1.

Лабораторное занятие 6. Выполнение лабораторной работы «Моделирование процесса проведения последовательной необратимой реакции $A \rightarrow B \rightarrow C$ с применением реактора идеального смешения, идеального вытеснения и каскада РИС». Рейтинг-контроль № 2.

Лабораторное занятие 7. Выполнение лабораторной работы " Моделирование процесса проведения последовательной обратимой реакции с применением реактора идеального смешения, идеального вытеснения и каскада РИС".

Лабораторное занятие 8. Выполнение лабораторной работы "Моделирование процесса проведения параллельной необратимой реакции с применением реактора идеального смешения, идеального вытеснения и каскада РИС".

Лабораторное занятие 9. Итоговый рейтинг-контроль знаний студентов

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Химические реакторы» используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими.

Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем на лекциях, учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении лабораторных работ,

Личностно-ориентированные технологии обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при выполнении домашних индивидуальных заданий, подготовке индивидуальных отчетов по лабораторным работам.

4. Для целенаправленного и эффективного формирования запланированных компетенций у обучающихся, выбраны следующие сочетания форм организации учебного процесса и методов активизации образовательной деятельности:

- при выполнении лабораторных работ: работа в команде, метод выборочных ответов, исследовательский метод, анализ конкретных ситуаций (case-study);

- при чтении лекций: интерактивная лекция, опережающая самостоятельная работа, "мозговой штурм" (выборочно по списку группы определяются студенты, которые отвечают на вопросы преподавателя по предыдущей теме лекционного курса);

В рамках работы над содержанием дисциплины использованы следующие формы работ:

- публичная защита рефератов;

- научные студенческие конференции по итогам защиты рефератов;

- лабораторные исследования с дальнейшей интерпретацией полученных данных.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1. Формирование рейтинговой оценки. Критерии и методы оценки качества знаний студентов по дисциплине «Химические реакторы»

Текущий контроль знаний студентов осуществляется посредством рейтинговой оценки знаний студентов.

В соответствии с рейтинговой системой, текущий контроль производится трижды в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем).

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

При оценке знаний студентов преподаватель должен руководствоваться следующими критериями для обеспечения объективного подхода к выставлению оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»:

- оценка «отлично» выставляется за глубокие, исчерпывающие ответы на вопросы зачета, изложенные последовательно, грамотно, с обоснованием представленных положений, использованием не только конспекта лекций и учебника, но и монографической литературы;

- оценка «хорошо» выставляется за правильные ответы на вопросы зачета, причем они должны быть изложены грамотно и по существу вопроса, без существенных неточностей;

- оценка «удовлетворительно» выставляется за такие ответы, в которых частично изложен основной материал, но не приводятся детали, допущены неточности в формулировках, нарушена последовательность изложения, допущено недостаточное знание практических вопросов;

- оценка «неудовлетворительно») выставляется за отсутствие ответов на вопросы зачета, или неполные ответы на них, в которых допущены существенные ошибки.

Пересчет итогового рейтингового балла в оценку приведен в таблице.

Шкала пересчета итогового рейтингового балла в оценку

Итоговый рейтинговый балл	Оценка
61-100	зачтено
<60	не зачтено

6.2. Вопросы к рейтинг-контролю.

Рейтинг-контроль № 1.

1. Понятие химического реактора.
2. Назначение химического реактора.
3. Структурные элементы химического реактора (реакционный элемент, устройства ввода и вывода, смешения, разделения и распределения потоков, теплообменные элементы).
4. Что такое моделирование и модель процесса?
5. Последовательность построения математической модели химического реактора.
6. Чем различаются физическое и математическое моделирование? Почему для исследования химических процессов и реакторов надо использовать математическое моделирование?
7. Иерархическая структура математической модели процесса в химическом реакторе.
8. Классификация процессов в химическом реакторе и их математических моделей.
9. Дайте определения и формулы для расчета степени превращения, выхода продукта и избирательности процесса по продукту. Покажите связь между ними.
10. Пути повышения эффективности химических превращений.
11. Классификация химических процессов по физико-химическим признакам.
12. Классификация химических процессов по фазовому состоянию реагентов.

Рейтинг-контроль № 2.

13. Определение гомогенного химического процесса. Приведите пример такого процесса.
14. Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических процессов.
15. Понятие гетерогенного (некаталитического) химического процесса.
16. Структура гетерогенного процесса и его стадии.
17. Понятие наблюдаемой скорости превращения, режимов протекания процесса, лимитирующей стадии.

18. Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) - твердое". Обоснование, построение и анализ математической модели для реакций горения (модель "сжимающаяся сфера").
19. Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) - жидкость". Обоснование, построение и анализ математической модели. Области протекания процесса. Пути интенсификации режимов процесса.
20. Понятие катализа и катализатора.
21. Гомогенный и микрогетерогенный каталитические процессы.
22. Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Обоснование, построение и анализ математической модели на каталитической поверхности и в пористом зерне катализатора.
23. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания гетерогенного катализа. Пути интенсификации каталитических процессов.

Рейтинг-контроль № 3.

24. Классификация химических реакторов.
25. Реакторы идеального смешения и идеального вытеснения. Математические модели данных видов реакторов.
26. Сравнение эффективности работы реакторов, описываемых различными моделями – идеального смешения и вытеснения.
27. Организация тепловых потоков и режимов в химических реакторах.
28. Распределение температуры и концентраций (степени превращения) в реакторе в режимах идеального смешения и вытеснения, адиабатическом и с теплообменом.
29. Связь температуры и степени превращения в адиабатическом процессе.
30. Число и устойчивость стационарных режимов в адиабатическом реакторе идеального смешения и автотермическом реакторе идеального вытеснения.

6.3. Пример задания к выполнению лабораторной работы и вопросов к защите

Лабораторная работа "Изучение работы реактора идеального смешения периодического действия"

Задание

1. Изучить теоретические основы данной работы, ознакомиться с оборудованием и методикой проведения эксперимента.
2. Получить у преподавателя допуск к работе и задание на проведение лабораторной работы (массу навески, начальное мольное соотношение ингредиентов).
3. В соответствии с заданием провести эксперимент по изучению работы реактора идеального смешения.
4. Сделать необходимые расчеты и построить графики зависимости параметров реакционной смеси от времени.

5. Рассчитать теоретическое значение достигаемой степени превращения по тому или иному ингредиенту.
6. Составить отчет о работе и защитить его.

Контрольные вопросы к защите работы

1. Понятие химического реактора.
2. Требования, предъявляемые к химическим реакторам.
3. Классификация химических реакторов.
4. Понятие и характеристика реактора идеального смешения.
5. Понятие и характеристика реактора идеального вытеснения.
6. Каскад реакторов смешения.
7. Адиабатические и политермические реакторы.
8. Расскажите о методике проведения эксперимента.
9. Запишите уравнение реакции взаимодействия веществ, применяемых в данной работе.
10. Напишите формулы для определения текущих концентраций этилацетата и гидроксида натрия.
11. Напишите формулы для определения текущих значений степени превращения этилацетата и гидроксида натрия.
12. Каким образом ведут расчет производительности реактора?
13. Нарисуйте и опишите графики зависимостей текущих концентраций и степеней превращения ингредиентов от времени.

6.4. Темы для самостоятельного изучения

Самостоятельная работа студентов обеспечивается учебной литературой, представленной в библиотеке ВлГУ, электронным залом ВлГУ, Интернет-ресурсами, доступом к электронным библиотечным фондам (ЭБС «Лань», «Консультант Студента» и др.)

При решении проблем на лабораторных занятиях и самостоятельно предусмотрены многовариантные условия задач, что дает возможность студенту подойти индивидуально к решению поставленных вопросов.

1. Определение и назначение химического реактора.
2. Реакторы в химических и нехимических отраслях промышленности.
3. Обзор типов химических реакторов, их структурные элементы, основные процессы и явления в них.
4. Физическое и математическое моделирование, их место в инженерно-химических исследованиях. Место и значение натурального и вычислительного эксперимента.
5. Систематизация процессов в химическом реакторе по масштабу их протекания.
6. Иерархическая структура математической модели процессов в реакторе.

7. Физико-химические закономерности химических превращений – стехиометрические, термодинамические, кинетические.

8. Показатели химического превращения – степень превращения, выход продукта, интегральная и дифференциальная селективность, скорости реакции и превращения реагентов.

9. Пути повышения эффективности химических превращений на основе знания их физико-химических свойств.

10. Понятие химического процесса. Классификация химических процессов по различным признакам – химическим, фазовым и стационарности.

11. Гомогенный химический процесс.

12. Влияние химических признаков и условий протекания процессы на его показатели. Способы интенсификации.

13. Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических процессов.

14. Структура процесса и его составляющие. Наблюдаемая скорость химического превращения.

15. Режимы протекания процесса, лимитирующая стадия. Гетерогенный процесс "газ (жидкость) - твердое", "газ (жидкость) - жидкость". Обоснование выбора модели, построение и ее анализ.

16. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Пути интенсификации для различных режимов работы.

17. Гомогенный и гетерогенный катализ.

18. Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Пути интенсификации каталитических процессов.

19. Классификация процессов в реакторах по различным признакам – вид химического процесса, организация потоков реагентов, организация тепловых потоков.

20. Обоснование и построение математических моделей процесса в реакторах.

21. Влияние структуры потока (идеальное смешение и вытеснение), стационарности режима (проточный, периодический), параметров и условий протекания процесса (температура, давление, концентрация, объем реакционной зоны, время), вида химической реакции и ее параметров на профили концентраций и показателей процесса в реакторе (степень превращения, выход продукта, селективность). Основные расчеты процессы в реакторе.

22. Сравнение эффективности работы реакторов, описываемых различными моделями – идеального смешения и вытеснения.

23. Процессы в реакторах с переносом вещества, отличным от идеального смешения и вытеснения. Модели процессов, области их применения и сопоставление с моделями «идеальных» процессов.

24. Организация тепловых потоков и режимов в химических реакторах.

25. Распределение температуры и концентраций (степени превращения) в реакторе в режимах идеального смешения и распределения, адиабатиче-

ском и с теплообменом.

26. Связь температуры и степени превращения в адиабатическом процессе. Сопоставление с изотермическим режимом.

27. Число и устойчивость стационарных режимов в адиабатическом реакторе идеального смешения и изотермическом реакторе идеального вытеснения.

28. Конструкции промышленных реакторов для проведения процессов (гомогенных, гетерогенных, каталитических).

29. Выбор типа реактора, особенности конструкции и режима.

6.5. Темы рефератов

1. Химические реакторы в производстве полистирола непрерывной полимеризацией в массе
2. Промышленные реакторы в производстве карбамида.
3. Химические реакторы в производстве метанола при давлении 5 МПа
4. Реакторы в производстве портландцемента по мокрому способу
5. Реакторы в производстве портландцемента по сухому способу
6. Химические реакторы в производстве этилового спирта каталитической гидратацией этилена в паровой фазе
7. Реакторы в производстве ацетилена из карбида кальция
8. Схема дегидрирования бутана в кипящем слое катализатора
9. Промышленные реакторы в переработке прямого коксового газа
10. Химические реакторы в производстве формальдегида
11. Реакторы при получении ацетальдегида гидратацией ацетилена
12. Производство бутадиен-стирольного каучука. Применение реакторов.
13. Получение фосфорной кислоты экстракционным методом. Применение экстракторов
14. Политермические химические реакторы
15. Реакторы с теплообменом
16. Применение реакторов идеального вытеснения в промышленности
17. Каскад реакторов идеального смешения. Примеры промышленного применения.
18. Многослойные каталитические реакторы

6.6. Вопросы к зачету.

1. Определение и назначение химического реактора.
2. Реакторы в химических и нехимических отраслях промышленности.
3. Обзор типов химических реакторов, их структурные элементы, основные процессы и явления в них.
4. Физическое и математическое моделирование, их место в инженерно-химических исследованиях. Место и значение натурального и вычислительного эксперимента.

5. Систематизация процессов в химическом реакторе по масштабу их протекания.
6. Иерархическая структура математической модели процессов в реакторе.
7. Физико-химические закономерности химических превращений – стехиометрические, термодинамические, кинетические.
8. Показатели химического превращения – степень превращения, выход продукта, интегральная и дифференциальная селективность, скорости реакции и превращения реагентов.
9. Пути повышения эффективности химических превращений на основе знания их физико-химических свойств.
10. Понятие химического процесса. Классификация химических процессов по различным признакам – химическим, фазовым и стационарности.
11. Гомогенный химический процесс.
12. Влияние химических признаков и условий протекания процессы на его показатели. Способы интенсификации.
13. Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических процессов.
14. Структура процесса и его составляющие. Наблюдаемая скорость химического превращения.
15. Режимы протекания процесса, лимитирующая стадия. Гетерогенный процесс "газ (жидкость) - твердое", "газ (жидкость) - жидкость". Обоснование выбора модели, построение и ее анализ.
16. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Пути интенсификации для различных режимов работы.
17. Гомогенный и гетерогенный катализ.
18. Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Пути интенсификации каталитических процессов.
19. Классификация процессов в реакторах по различным признакам – вид химического процесса, организация потоков реагентов, организация тепловых потоков.
20. Обоснование и построение математических моделей процесса в реакторах.
21. Влияние структуры потока (идеальное смешение и вытеснение), стационарности режима (проточный, периодический), параметров и условий протекания процесса (температура, давление, концентрация, объем реакционной зоны, время), вида химической реакции и ее параметров на профили концентраций и показателей процесса в реакторе (степень превращения, выход продукта, селективность). Основные расчеты процессы в реакторе.
22. Сравнение эффективности работы реакторов, описываемых различными моделями – идеального смешения и вытеснения.
23. Процессы в реакторах с переносом вещества, отличным от идеального смешения и вытеснения. Модели процессов, области их применения и сопос-

тавление с моделями «идеальных» процессов.

24. Организация тепловых потоков и режимов в химических реакторах.

25. Распределение температуры и концентраций (степени превращения) в реакторе в режимах идеального смешения и распределения, адиабатическом и с теплообменом.

26. Связь температуры и степени превращения в адиабатическом процессе. Сопоставление с изотермическим режимом.

27. Число и устойчивость стационарных режимов в адиабатическом реакторе идеального смешения и изотермическом реакторе идеального вытеснения.

28. Конструкции промышленных реакторов для проведения процессов (гомогенных, гетерогенных, каталитических).

29. Выбор типа реактора, особенности конструкции и режима.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература

1. Общая химическая технология [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Закгейм А.Ю. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Логос, 2012. Студенческая научная библиотека «Консультант студента»

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987044971.html>.

2. Христофорова И.А. Общая химическая технология. Химико-технологические расчеты в процессах электролиза, синтеза материалов и химических реакторах: учеб. Пособие / И.А. Христофорова; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. - 51 с. 72 экз. Электронная библиотека ВлГУ <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2745/1/00273.pdf>

3. Потехин В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Потехин В.М., Потехин В.В.— СПб.: ХИМИЗДАТ, 2014.— 944 с ЭБС «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/22534>.

б) дополнительная литература

1. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] / Ас. М. Гумеров, Н. Н. Валеев, Аз. М. Гумеров, В. М. Емельянов. - М. : КолосС, 2008. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента»

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953206310.html>.

2. Решетняк Е.П. Исследование свойств биохимического реактора как объекта управления [Электронный ресурс]/ Решетняк Е.П., Луценко О.В., Харина И.В.— Саратов: Саратовский государственный аграрный университет

имени Н.И. Вавилова, Вузовское образование, 2007.— 15 с.

3. Лабораторный практикум по общей химической технологии : учебное пособие для вузов по направлениям и специальностям в области химической технологии / В. А. Аверьянов [и др.] ; под ред. В. С. Бескова .— Москва : Бинном. Лаборатория знаний, 2010 .— 279 с. 10 экз. в библиотеке ВлГУ.

4. Химическая кинетика. Теория и практика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Е. Заиков - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788215181.html>.

5. Проектанту-технологу [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Косточко, В.П. Курина. - Казань : Издательство КНИТУ, 2012. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788213309.html>

в) периодические издания:

- журнал «Известия ВУЗов. Химия и химическая технология»;
- журнал «Химическая промышленность сегодня»;
- журнал «Фундаментальные проблемы современного материаловедения»;
- журнал «Бутлеровские сообщения»;
- журнал «Башкирский химический журнал»;
- журнал «Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология»;
- журнал «Современные наукоемкие технологии»

г) интернет-ресурсы:

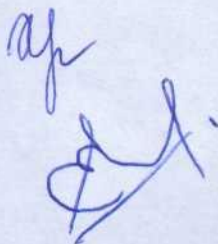
- сайты ведущих научных журналов по химической технологии;
- электронные библиотечные системы «Лань», ЭБС «Znanium», Студенческая электронная библиотека «Консультант студента», ЭБС «IPRbooks» и др. (бесплатный доступ через электронную библиотеку ВлГУ).

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

- 1) интерактивные лекции (наборы презентаций для прочтения лекций);
- 2) набор DVD-фильмов по различным производствам и процессам химической технологии;
- 3) лаборатория для проведения лабораторных занятий (ауд. 430/1).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.03.01 «Химическая технология».

Рабочую программу составил



д.т.н., профессор Христофорова И.А.

Рецензент
(представитель работодателя)

зам. генерального директора по
научно-технологическому развитию
ЗАО «Компания «СТЭС», к.т.н.
Лазарев Е.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ.

Протокол № 1 от 5.09.16 года

Заведующий кафедрой



Панов Ю.Т.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 18.03.01 «Химическая технология».

Протокол № 1 от 5.09.16 года

Председатель комиссии



Панов Ю.Т.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рецензия
на рабочую программу дисциплины «Химические реакторы» для студентов направления
18.03.01 «Химическая технология»
очной формы обучения профессора кафедры ХТ Христофоровой И.А.

На рецензирование представлена рабочая программа дисциплины профессора Христофоровой И.А. для студентов направления 18.03.01 «Химическая технология» очной формы обучения.

В рабочей программе четко сформулирована цель освоения студентами данной дисциплины и задачи, выполнение которых позволяет достигнуть обозначенную цель.

В соответствии с ФГОС ВО в программе перечислены компетенции, в формировании которых участвует данная дисциплина. Определены и четко согласованы с соответствующими компетенциями результаты образования.

Объем дисциплины (3 ЗЕТ, 108 ч.) соответствует учебному плану направления. Тематический план дисциплины представлен с разбиением по неделям, с указанием количества всех форм занятий, в том числе в интерактивной форме. Перечислены контрольные мероприятия текущей и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. В части содержания дисциплины тематический план представлен достаточно подробно, что позволяет составить представление о материале лекционного курса, тематике лабораторных занятий и сделать вывод о том, что содержание дисциплины полностью соответствует современным тенденциям развития науки и техники в области химической технологии.

В рабочей программе содержатся оценочные средства в виде вопросов к экзамену, заданий для проведения рейтинг-контроля, которые позволяют преподавателю объективно оценить результаты освоения дисциплины в процессе и в конце обучения. Даны методические указания и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента как неотъемлемой составной части образовательного процесса.

Описаны технологии обучения, применяемые автором для активизации образовательного процесса для всех форм занятий: лекций, лабораторных занятий, самостоятельной работы.

В рабочей программе перечислена учебно-методическая литература, рекомендованная автором для изучения дисциплины: основная, которая формирует основные результаты образования и заявленные компетенции, и дополнительная (в том числе интернет-ресурсы), необходимая для более глубокого освоения основных положений дисциплины и развития творческих и интеллектуальных способностей студентов.

Заявленное в рабочей программе материально-техническое обеспечение позволяет реализовать заявленные задачи дисциплины и достигнуть поставленной цели.

Таким образом, представленная рабочая программа дисциплины «Химические реакторы» профессора Христофоровой И.А. составлена в полном соответствии с требованиями ФГОС ВО и может быть использована при подготовке бакалавров направления «Химическая технология».

Рецензент:

зам. генерального директора по
научно-технологическому развитию
ЗАО «Компания «СТЭС», к.т.н.



Пазарев Е.В.