



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Химико-технологический факультет

Кафедра химические технологии



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и техн. наук проф.

Н. В. Лобов

2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ «ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа академического бакалавриата

Направление 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль подготовки бакалавра

Химическая технология природных
энергоносителей и углеродных
материалов

Квалификация (степень) выпускника:

бакалавр

Выпускающая кафедра:

Химические технологии

Форма обучения:

очная

Курс: 3.

Семестр 6

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

144 ч

Виды контроля:

Экзамен: -нет

Диф.зачёт -6 семестр

Курсовой проект: -нет

Курсовая работа: -нет

Пермь 2017

1. Общие положения

1.1. Цель дисциплины

Целью учебной дисциплины является формирование системы знаний, умений и навыков в области разработки, расчёта, использования и оптимизации химических реакторов.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующую компетенцию:

- готовность применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2),

1.2. Задачи дисциплины:

- **изучение** типов химических реакторов, особенностей их работы в различных условиях, а также, методов составления системы балансовых уравнений, описывающих химические, гидромеханические и тепловые процессы в реакторах;
- **формирование умения** проводить расчеты идеальных и реальных реакторов аналитическими, графическими, численными и приближенными методами;
- **формирование навыков** анализа работы химических реакторов с целью оптимизации технологических параметров.

1.3. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- балансные, кинетические, вспомогательные уравнения и системы уравнений, описывающие, или моделирующие работу реакторов различного типа;
- тепловые режимы и тепловая устойчивость химических реакторов;
- приближенные и основанные на применении математического описания методы расчёта химических реакторов.

1.4. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химические реакторы» относится к базовой части Блока 1 (Б1) Дисциплины и является обязательной при освоении ОПОП по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профилю «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

знать:

- типы реакторов и режимы их работы, включая реакторы для каталитических процессов;
- виды балансных, кинетических и вспомогательных уравнений, используемых для описания работы химических реакторов;
- способы расчёта каскада реакторов;

уметь:

- проводить анализ экспериментальных данных с целью определения параметров для математического моделирования химического реактора;

- составлять и решать системы математических уравнений для расчёта параметров работы химических реакторов;

владеть:

- навыками работы с ЭВМ для обработки результатов исследований и расчета реакторов при проектировании химических производств.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Общекультурные компетенции			
ПК-2	готовность применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	Физическая химия. Информатика. Применение ЭВМ в нефтепереработке	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-2.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

Код ПК-2	Формулировка компетенции: Готовность применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования
Код ПК-2 Б1. Б.23	Формулировка дисциплинарной части компетенции: Готовность применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств при анализе работы и расчетах реакторов в нефтеперерабатывающей и в нефтехимической промышленности

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
В результате освоения компетенции студент Знает: - типы реакторов и режимы их работы, включая реакторы для каталитических процессов; - виды балансных, кинетических и вспомогательных уравнений, используемых для описания работы химических реакторов; - способы расчёта каскада реакторов.	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Теоретические вопросы для текущего и рубежного контроля.
Умеет: - проводить анализ экспериментальных данных с целью определения параметров для математического моделирования химического реактора; - составлять и решать системы математических	Практические занятия.	Теоретические вопросы для текущего и рубежного контроля.

уравнений для расчёта параметров работы химических реакторов		
Владеет: – навыками работы с ЭВМ для обработки результатов исследований и расчета реакторов при проектировании химических производств.	Практические занятия. Самостоятельная работа по подготовке к зачету.	Вопросы к зачету.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п/п	Виды учебной работы	Трудоемкость, час..	
		по семестрам	всего
1	Аудиторная (контактная) работа / в том числе в интерактивной форме	68/10	68/10
	Лекции (Л) / в том числе в интерактивной форме	32/4	32/4
	Практические занятия (ПЗ) / в том числе в интерактивной форме	34/6	34/6
	Лабораторные работы (ЛР) / в том числе в интерактивной форме		
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	76	76
	Изучение теоретического материала	12	12
	Подготовка к аудиторным занятиям	16	16
	Оформление отчетов по практическим работам	10	10
	Индивидуальные задания	38	38
	Расчетно-графические работы		
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине	зачет	
5	Трудоемкость дисциплины		
	Всего:		
	в часах (ч)	144	144
	в зачетных единицах (ЗЕ)	4	4

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Модульный тематический план

Таблица 4.1– Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебног о модуля	Номер раздела дисциплин ы	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Всего часов
			аудиторная работа				КСР	итого- вый кон- троль	самос- тоятел- ьная работа (СРС)	
			Всего	Л	ПЗ	ЛР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	Введение	2	2					2	4
		1	4	2	2				4	8
		2	4	2	2				4	8
	Всего по модулю		10	6	4		0,5		10	20,5/0.57
2	2	3	9	3	6				8	17
		4	9	3	6				8	17
		5	10	4	6				8	18
		6	4	2	2				6	10
	Всего по модулю		32	12	20		0,5		30	62,5/1,74
3	3	7	4	2	2				6	10
		8	4	2	2				12	16
		9	4	2	2				6	10
		10	6	4	2				10	16
	4	11	6	4	2				2	8
	Всего по модулю		24	14	10		1		36	61/1.69
Промежуточная аттестация								Зачет		
Итого			66	32	34		2		76	144/4

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Ознакомление с предметом. Основные понятия

Введение.

Л – 2 ч, СРС – 2 ч.

Определение и назначение химического реактора. Реакторы в химических и нехимических отраслях промышленности. Обзор типов химических реакторов, их структурные элементы (реакционный элемент, устройства ввода и вывода, смешения, разделения и распределения потоков; теплообменные элементы), основные процессы и явления в них. Физическое и математическое моделирование, определение и основные понятия, их место в инженерно-химических исследованиях и разработках. Научный метод исследования и изучения процессов в химическом реакторе – математическое моделирование. Место и значение натурального и вычислительного эксперимента.

Раздел 1. Иерархическая структура математической модели процесса в реакторе

Л – 6 ч, ПЗ – 4 ч, СРС – 10 ч.

Тема 1. Систематизация процессов в химическом реакторе по масштабу их протекания: химическая реакция, химический процесс в элементарном объеме, процессы в реакционном элементе и в реакторе в целом, – их взаимосвязь и иерархическая структура математической модели процесса в реакторе. Примеры системы процессов в различных видах химических реакторов.

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

Модуль 2. Химический процесс

Раздел 2. Гомогенный, гетерогенный, каталитический химический процесс

Л – 12 ч, ПЗ – 20 ч, СРС – 30 ч.

Тема 3. Химический процесс – взаимодействие химического превращения и физических явлений переноса, в основном, на молекулярном уровне. Классификация химических процессов по различным признакам – химическим (вид химической реакции, термодинамические характеристики, схема превращений), фазовым (число и агрегатное состояние фаз) и стационарности.

Тема 4. Гомогенный химический процесс. Определение и примеры. Влияние химических признаков и условий протекания процесса на его показатели. Способы интенсификации. Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических процессов.

Тема 5. Гетерогенный (некаталитический) химический процесс. Определение и примеры. Структура процесса и его составляющие (стадии). Наблюдаемая скорость химического превращения. Области (режимы) протекания процесса, лимитирующая стадия. Гетерогенный химический процесс «газ(жидкость)–твердое». Обоснование, построение и

анализ математической модели для реакций горения (модель «сжимающаяся сфера») и топахимической (модель «с невзаимодействующим ядром»). Наблюдаемая скорость превращения, время превращения и пути интенсификации для различных областей протекания процесса. Гетерогенный химический процесс «газ(жидкость)—жидкость». Обоснование, построение и анализ математической модели. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Пути интенсификации для различных режимов процесса.

Тема 6. Каталитический процесс. Определение, классификация, примеры. Гомогенный и микрогетерогенный каталитические процессы, их общее и отличительное от гомогенных и гетерогенных химических процессов. Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Обоснование, построение и анализ математической модели на каталитической поверхности и в пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Степень использования внутренней поверхности. Пути интенсификации каталитических процессов.

Модуль 3. Химический реактор

Раздел 3. Основные положения и определения

Л – 10 ч, ПЗ – 8 ч, СРС – 34 ч.

Тема 7. Классификация процессов в реакторах по различным признакам - вид химического процесса, организация потоков реагентов (схема движения реагентов через реактор, структура потоков в реакционной зоне), организация тепловых потоков (тепловой режим, схема теплообмена), стационарность процесса. Обоснование и построение математических моделей процесса в реакторах различного типа как системы уравнений материального и теплового балансов на основе данных о структуре потока, химических превращениях, явлениях переноса тепла и вещества и их взаимодействия. Систематизация и классификация математических описаний процессов в реакторах.

Тема 8. Влияние структуры потока (идеальное смешение и вытеснение), стационарности режима (проточный и периодический), параметров и условий протекания процесса (температура, концентрация, давление, объем реакционной зоны, время), вида химической реакции (простая и сложная, обратимая и необратимая), а также ее параметров на профили концентраций и показатели процесса в реакторе (степень превращения, выход продукта, селективность процесса). Основы расчета процесса в реакторе.

Тема 9. 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 10. Неизотермические процессы в химических реакторах. Организация тепловых потоков и режимов в химических реакторах. Распределение температуры и концентраций (степени превращения) в реакторах идеального смешения и вытеснения, работающих в адиабатическом режиме и режиме с теплообменом. Связь температуры и степени превращения в адиабатическом процессе. Сопоставление с изотермическим режимом. Число и устойчивость стационарных режимов в адиабатическом реакторе идеального смешения и реакторе идеального вытеснения.

Раздел 4. Промышленные химические реакторы.

Л – 4ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 2 ч.

Тема 11. Конструкции промышленных реакторов для проведения процессов гомогенных, гетерогенных и каталитических – выбор типа реактора, особенности конструкции и режимы их работы.

4.3. Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	3, 4, 5	Расчет идеальных реакторов в различных тепловых режимах
2	5	Определение тепловой устойчивости реактора
3	8	Анализ экспериментальных данных распределения времени пребывания реагентов в реальном аппарате
4	10	Расчет реактора по ячеечной, диффузионной и квазигомогенной моделям

4.4. Перечень тем лабораторных работ

Лабораторные работы – не предусмотрены.

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы (раздела) дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоемкость, часов
Введение 1	Изучение теоретического материала	1
	Изучение теоретического материала	1
	Подготовка к аудиторным занятиям	2
	Изучение теоретического материала	1
	Подготовка к аудиторным занятиям	2
3	Изучение теоретического материала	1
	Подготовка к аудиторным занятиям	2
4	Изучение теоретического материала	1
	Подготовка к аудиторным занятиям	2
	Изучение теоретического материала	1
	Подготовка к аудиторным занятиям	2
5	Изучение теоретического материала	1
	Подготовка к аудиторным занятиям	2
6	Изучение теоретического материала	1
	Подготовка к аудиторным занятиям	2
7	Изучение теоретического материала	1
	Подготовка к аудиторным занятиям	2
	Оформление отчета по практическим работам	1
8	Изучение теоретического материала	1
	Подготовка к аудиторным занятиям	2
	Оформление отчета по практическим работам	1
	Выполнение индивидуальных заданий	18
9	Изучение теоретического материала	1
	Подготовка к аудиторным занятиям	2
	Оформление отчета по практическим работам	1
	Выполнение индивидуальных заданий	20
10	Изучение теоретического материала	1
	Подготовка к аудиторным занятиям	2
	Оформление отчета по практическим работам	1
11	Изучение теоретического материала	1
	Подготовка к аудиторным занятиям	2
Итого		76/2,11

5.1. Изучение теоретического материала

Введение. Основные понятия и определения. Предмет дисциплины.

Тема 1. Значение химических реакторов и процессов в научных исследованиях и промышленной практике. Содержание дисциплины.

Тема 2. Основы классификация методов исследований. Натурные и модельные исследования. Стадии натурных исследований.

Тема 3. Пассивный и активный эксперимент. Физическое и математическое моделирование. Адекватность моделей.

Тема 4. Физико-химические основы химических процессов. Гомогенные химические процессы.

Тема 5. Гетерогенные химические процессы.

Тема 6. Каталитический химический процесс.

Тема 7. Процессы в химическом реакторе. Режимы идеального смешения. Режимы идеального вытеснения.

Тема 8. Изотермический процесс в химическом реакторе. Неизотермический процесс в химическом реакторе.

Тема 9. Составление ориентировочной таблицы распределения выходов и температур по секциям. Вычисление констант равновесия, определение равновесного выхода и построение равновесной кривой.

Тема 10. Расчет оптимальных температур для каждой стадии процесса. Составление материального баланса для реактора в целом и по стадиям катализа. Определение объема газа и его компонентов на входе в реактор, на выходе и на каждой стадии процесса.

Тема 11. Общие замечания о расчете химических реакторов. Оптимизация химических процессов и реакторов. Конструктивные элементы химических реакторов. Схемы и конструкции промышленных химических реакторов.

5.2 Курсовой проект (курсовая работа) – не предусмотрено.

5.3 Реферат – не предусмотрено.

5.4. Расчетно-графические работы – не предусмотрено.

5.5. Индивидуальное задание

Тематика индивидуальных заданий

- 1) Оптимизировать сложный многостадийный процесс с рециркулируемыми потоками.
- 2) Оптимизировать сложный многостадийный процесс с противотоком.
- 3) Оптимизировать сложный многостадийный процесс с байпасными потоками.
- 4) Оптимизировать производство продукции при ограниченных запасах сырья.
- 5) Найти оптимальный температурный профиль в реакторе идеального вытеснения.

5.6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Активный метод – используется при проведении лекционных занятий.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов,

стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Работа в команде: совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Роль преподавателя сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

Опережающее обучение – реализуется в процессе самостоятельного изучения студентами материала по темам 4, 9, 10.

Проблемное обучение – осуществляется на практических занятиях по темам 5, 8.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области; формируются группы (команды); занятие проводится по определенному алгоритму. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем; отработка командных навыков взаимодействия; закрепление основ теоретических знаний; развитие творческих навыков.

6 Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

- опрос, текущая контрольная работа для анализа усвоения материала предыдущей лекции;
- оценка работы студента на лекционных, практических и лабораторных занятиях.

6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных компетенций

Промежуточный контроль студентов производится лектором и преподавателями, ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине, в следующих формах:

- индивидуальные задания;
- выполнение лабораторных работ;
- защита лабораторных работ.

Рубежная контрольная работа проводится во время практических занятий после изучения соответствующего модуля.

6.3. Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных компетенций

Итоговый контроль по результатам семестра по дисциплине проходит в форме зачёта.

1) Зачёт

Зачет по дисциплине выставляется по итогам проведенного текущего и промежуточного контроля и при выполнении заданий всех практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав УМКД на правах отдельного документа.

2) Экзамен

Не предусмотрен.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.4 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					
	ТТ	РТ	КР	ИЗ	ЛР	Зачёт
В результате освоения дисциплины студент						
Знает:						
– типы реакторов и режимы их работы, включая реакторы для каталитических процессов;	+	+				+
– виды балансных, кинетических и вспомогательных уравнений, используемых для описания работы химических реакторов;	+	+				+
– способы расчёта каскада реакторов.	+	+				+
Умеет:						
– проводить анализ экспериментальных данных с целью определения параметров для математического моделирования химического реактора;			+	+		+
– составлять и решать системы математических уравнений для расчёта параметров работы химических реакторов			+	+		+
Владеет:						
– навыками работы с ЭВМ для обработки результатов исследований и расчёта реакторов при проектировании химических производств.					+	

ТТ – текущее тестирование (контроль знаний по теме);

РТ – рубежное тестирование по модулю (автоматизированная система контроля знаний);

КР – рубежная контрольная работа по модулю (оценка умений);

ИЗ – индивидуальные домашние задания (оценка умений);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка владения).

8 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.Б.23 Химические реакторы (полное название дисциплины)	Блок 1. Дисциплины (модули) (цикл дисциплины)														
	<table style="display: inline-table; margin-right: 20px;"> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">x</td><td style="padding: 0 5px;">обязательная</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px;"></td><td style="padding: 0 5px;">по выбору студента</td></tr> </table> <table style="display: inline-table;"> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">x</td><td style="padding: 0 5px;">базовая часть цикла</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px;"></td><td style="padding: 0 5px;">вариативная часть цикла</td></tr> </table>	x	обязательная		по выбору студента	x	базовая часть цикла		вариативная часть цикла						
x	обязательная														
	по выбору студента														
x	базовая часть цикла														
	вариативная часть цикла														
18.03.01 (код направления / специальности)	Химическая технология / Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов (полное название направления подготовки / специальности)														
ХТс ТТУМ (аббревиатура направления / специальности)	<table style="display: inline-table; margin-right: 20px;"> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px;"></td><td style="padding: 0 5px;">уровень</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">x</td><td style="padding: 0 5px;">подготовки</td></tr> </table> <table style="display: inline-table; margin-right: 20px;"> <tr><td style="padding: 0 5px;">специалист</td></tr> <tr><td style="padding: 0 5px;">бакалавр</td></tr> <tr><td style="padding: 0 5px;">магистр</td></tr> </table> <table style="display: inline-table;"> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">x</td><td style="padding: 0 5px;">Форма</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px;"></td><td style="padding: 0 5px;">обучения</td></tr> </table> <table style="display: inline-table;"> <tr><td style="padding: 0 5px;">очная</td></tr> <tr><td style="padding: 0 5px;">заочная</td></tr> <tr><td style="padding: 0 5px;">очно-заочная</td></tr> </table>		уровень	x	подготовки	специалист	бакалавр	магистр	x	Форма		обучения	очная	заочная	очно-заочная
	уровень														
x	подготовки														
специалист															
бакалавр															
магистр															
x	Форма														
	обучения														
очная															
заочная															
очно-заочная															
2016 (год утверждения учебного плана ОПОП) Пепеляев С.Н. (фамилия, инициалы преподавателя) <u>Химико-технологический</u> (факультет) <u>Химические технологии</u> (кафедра)	Семестр(ы) 6 Количество групп <u>1</u> Количество студентов <u>36</u> доцент (должность)														
	<u>т. 239 17 64</u> (контактная информация)														

Карта книго-
 обеспеченности
 в библиотеку сдана

8.2 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Основы проектирования химических производств: учебник для вузов / В.И.Косинцев, А.И.Михайличенко и др. – 2005-2008, М.: ИКЦ «Академкнига» - 332 с.	50
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Математическое моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие / Ас.М. Гумеров, Н.Н. Валеев, Аз.М. Гумеров, В.М. Емельянов. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 176 с.	11+ ЭБС Лань
2	Закгейм А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химикотехнологических процессов: учеб. пособие / А.Ю.Закгейм. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 2009. – 304 с. – (Новая университетская библиотека)	6
2.2 Периодические издания		
	не используется	
2.3 Нормативно-технические издания		
	не используется	
2.4 Официальные издания		
	не используется	
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	
2	Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманитар., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/ . – Загл. с экрана.	

Основные данные об обеспеченности на*(дата составления рабочей программы)*

основная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

дополнительная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

Данные об обеспеченности на*(дата составления рабочей программы)*

основная литература

☐

обеспечена

☐

не обеспечена

дополнительная литература

☐

обеспечена

☐

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	Практические занятия	Пакет Microsoft Office 2003		Офисный пакет приложений, созданных корпорацией <u>Microsoft</u> . В состав этого пакета входит программное обеспечение для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных и др.

8.4 Аудио- и видео-пособия – Не предусмотрены.

9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория химических технологий	Кафедра ХТ	410	54	10
2	Компьютерный класс	Кафедра ХТ	411-1	36	12

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональный компьютер	4	Оперативное управление	411-1

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		