

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Химический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов

Кафедра экологической химии и технологии
химический факультет

Образовательная программа
18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки
Охрана окружающей среды и рациональное использование природных
ресурсов

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: базовая

Махачкала 2017

Рабочая программа дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессóв» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень бакалавриата)
«12» марта 2015г. № 227.


Разработчик: кафедра экологической химии и технологии, Исаев А.Б. - к.х.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры экологической химии и технологии
от «25» января 2017г., протокол № 5

И.о. зав. кафедрой  Исаев А.Б.
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета
от «17» февраля 2017г., протокол № 6

Председатель  Гасангаджиева У.Г.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением « 24 » 04 2017г. 
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой экологической химии и технологии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами математического моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов и разработке на их основе инженерных методик расчета процессов и аппаратов защиты окружающей среды

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных – ПК-3, ПК-16.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме – контрольная работа, коллоквиум и промежуточный контроль в форме дифференцированного зачета.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе 144 академических часов по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
7	144	18	30				96	дифференцированный зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов являются ознакомление студентов с теорией и практикой моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии; дать представление о математическом моделировании химических процессов и аппаратов; сформировать критерии и методы оптимизации технологических процессов; дать практические навыки применения современных программно-вычислительных комплексов в химической технологии.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Изучение теории и практики моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов начинается после прохождения студентами материала курса «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Экологическая химия», «Прикладная механика», «Теоретические основы энерго- и ресурсосберегающих процессов», «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ПК-3	способностью использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред	Знать: методику применения современных информационных технологий для расчета технологических параметров оборудования и моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов; Уметь: использовать прикладные программные продукты для моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов; проводить анализ основных алгоритмов решения математических задач применительно к реальным процессам; Владеть: приемами и методами расчета технологических параметров с применением метода моделирования с помощью информационных продуктов.
ПК-16	способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	Знать: методы математического моделирования в оптимизации и проектирования процессов химической технологии; методы минимизации воздействия технологических процессов на

		<p>окружающую среду;</p> <p>Уметь: составлять математические модели различных процессов химических производств, выполнять их анализ и давать рекомендации по улучшению проведения этих процессов путем совершенствования имеющегося технологического оборудования или создания новых аппаратов; оценивать экологическую безопасность производства с выбором оптимального решения;</p> <p>Владеть: приемами и методами создания энерго- и ресурсосберегающих технологий в нефтехимической промышленности; методами минимизации воздействия технологических процессов на окружающую среду.</p>
--	--	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
	Модуль 1. Основы математического моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов.								
1	Основные понятия и определения.	7		2		-		12	Устный опрос
2	Кинетические модели химических реакций	7		2		6		14	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 1:</i>			4		6		26	Коллоквиум
	Модуль 2. Составные части математической модели энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических процессов								
1	Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах	7		2		6		10	Устный опрос
2	Модели химических процессов	7		2		6		10	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 2:</i>			4		12		20	Коллоквиум

Модуль 3. Моделирование и расчет аппаратов химических производств									
1	Моделирование реакторов	7		2		6		12	Устный опрос
2	Расчет аппаратуры для массообменных процессов	7		4		-		12	Устный опрос
<i>Итого по модулю 3:</i>				6		6		24	Коллоквиум
Модуль 4. Статистический анализ									
1	Основные понятия математической статистики	7		2		-		14	Устный опрос
2	Некоторые элементы теории вероятности и математической статистики	7		2		6		12	Устный опрос
<i>Итого по модулю 4:</i>				4		6		26	Коллоквиум
ИТОГО:				18		30		96	дифференцированный зачет

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1. Основы математического моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов.

Тема 1. Основные понятия и определения. Основы построения математических моделей процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза химико-технологических процессов (ХТП). Математическое моделирование перспективное направление совершенствования химико-технологических и нефтехимических процессов. Анализ и синтез химико-технологических процессов. Цели математического моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов химической технологии. Детерминированный и стохастический метод составления математических моделей.

Тема 2. Кинетические модели химических реакций. Основы кинетики химических реакций. Химическая кинетика, скорость химической реакции, закон действующих масс. Методы исследования кинетики химических реакций. Кинетические модели гомогенных химических реакций. Кинетические модели гетерогенных химических реакций.

Модуль 2. Составные части математической модели энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических процессов.

Тема 3. Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах. Структура потоков - гидродинамическая основа математических моделей. Модель идеального перемешивания, идеального вытеснения, диффузионные модели. Адекватность моделей структуры потоков. Экспериментально-аналитические методы определения кривых отклика, кривые отклика типовых процессов.

Тема 4. Модели химических процессов. Основные уравнения тепловых процессов. Модели теплообменных аппаратов, модели идеального вытеснения и идеального перемешивания. Исследование процессов аналитическими и численными методами. Исследование стационарного режима работы теплообменного аппарата при постоянной температуре греющего пара. Моделирование процесса нагрева в трубчатой печи.

Модуль 3. Моделирование и расчет аппаратов химических производств.

Тема 5. Моделирование реакторов. Емкостной реактор проточного типа. Реактор колонного типа. Реактор идеального вытеснения и смешения.

Тема 6. Расчет аппаратуры для массообменных процессов. Расчет адсорберов и абсорберов. Экстракционные и ректификационные колонны. Ионообменная колонна.

Модуль 4. Статистический анализ

Тема 7. Основные понятия математической статистики. Роль статистических методов при обработке данных химического эксперимента. Эксперимент - основа построения статистических моделей. Общий вид статистических моделей, уравнение регрессии, параметры уравнения.

Тема 8. Некоторые элементы теории вероятности и математической статистики. Обработка результатов эксперимента статистическими методами. Основные числовые характеристики случайной величины: математическое ожидание, дисперсия. Выборочные статистические характеристики: среднее арифметическое, выборочная дисперсия, выборочный коэффициент корреляции. Методы корреляционного и регрессионного анализа при обработке данных химического эксперимента. Виды регрессии.

Темы лабораторных работ

1. Моделирование кинетики гомогенных химических реакций
2. Моделирование гомогенных химических реакторов
3. Методы корреляционного и регрессионного анализа при обработке экспериментальных данных
4. Обработка экспериментальных данных в среде Excel

5. Образовательные технологии

Рекомендуемые образовательные технологии:

- ✓ на лекциях используется демонстративный материал в виде презентаций;
- ✓ решение ситуационных задач;
- ✓ расчетные работы выполняются студентами самостоятельно под контролем и с консультацией преподавателя.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками), определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и

содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 12 часов аудиторных занятий. При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, лекция-информация, обзорная, проблемная, лекция-визуализация.

Для аттестации студентов по каждому модулю должны проводиться контрольные работы. В качестве итогового контроля проводится дифференцированный зачет.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Поиск в интернете дополнительного материала
3. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.
4. Решение экспериментальных и расчетных задач.
5. Подготовка к коллоквиуму.
6. Подготовка к дифференцированному зачету.

№	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечение
1.	Подготовка к отчетам по лабораторным работам	Проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале и проработки вопросов к текущей теме по рекомендованной литературе.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
2.	Решение экспериментальных и расчетных задач	Проверка домашних заданий.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
3.	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
4.	Подготовка к дифференцированному зачету.	Устный или письменный опрос	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.

1. Текущий контроль: подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Текущий контроль: решение экспериментальных и расчетных задач.
3. Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.

Текущий контроль успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня восприятия. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения. Каждую неделю осуществляется проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале.

Промежуточный контроль проводится в форме контрольной работы, в которой содержатся теоретические вопросы и задачи.

Итоговый контроль проводится в виде дифференцированного зачета.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ПК-3	Знать: методику применения современных информационных технологий для расчета технологических параметров оборудования и моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов.	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: использовать прикладные программные продукты для моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов; проводить анализ основных алгоритмов решения математических задач применительно к реальным процессам.	Письменный опрос
	Владеть: приемами и методами расчета технологических параметров с применением метода моделирования с помощью информационных продуктов.	Мини-конференция
ПК-16	Знать: методы математического моделирования в оптимизации и проектирования процессов химической технологии; методы минимизации воздействия технологических процессов на окружающую среду;	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: составлять математические модели различных процессов химических производств, выполнять их анализ и давать рекомендации по улучшению проведения этих процессов путем совершенствования имеющегося технологического оборудования или создания новых аппаратов; оценивать экологическую безопасность производства с выбором оптимального решения;	Письменный опрос
	Владеть: приемами и методами создания энерго- и ресурсосберегающих технологий в нефтехимической промышленности; методами минимизации воздействия технологических процессов на окружающую среду.	Мини-конференция

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способностью использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: методику применения современных информационных технологий для расчета технологических параметров оборудования и моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов.	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Умеет применять знания в базовом (стандартном) объеме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь: использовать прикладные программные продукты для моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов; проводить анализ основных алгоритмов решения математических задач применительно к реальным процессам.	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания в базовом (стандартном) объеме	Демонстрирует высокий уровень умений
	Владеть: приемами и методами расчета технологических параметров с применением метода моделирования с помощью информационных продуктов.	Демонстрирует частичные владения без грубых ошибок	Владеет базовыми приемами	Демонстрирует владения на высоком уровне

ПК-16

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Порогов	Знать: методы математического	Демонстрирует частичные	Умеет применять	Демонстрирует высокий

БЙ	моделирования в оптимизации и проектирования процессов химической технологии; методы минимизации воздействия технологических процессов на окружающую среду;	знания без грубых ошибок	знания в базовом (стандартном) объеме	уровень знаний
	Уметь: составлять математические модели различных процессов химических производств, выполнять их анализ и давать рекомендации по улучшению проведения этих процессов путем совершенствования имеющегося технологического оборудования или создания новых аппаратов; оценивать экологическую безопасность производства с выбором оптимального решения;	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания в базовом (стандартном) объеме	Демонстрирует высокий уровень умений
	Владеть: приемами и методами создания энерго- и ресурсосберегающих технологий в нефтехимической промышленности; методами минимизации воздействия технологических процессов на окружающую среду.	Демонстрирует частичные владения без грубых ошибок	Владеет базовыми приемами	Демонстрирует владения на высоком уровне

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

7.3. Типовые контрольные задания

Контрольные вопросы

1. Основные понятия об энерго- и ресурсосберегающих процессах.
2. Основы построения математических моделей.
3. Анализ химико-технологических процессов.
4. Синтез химико-технологических процессов.
5. Математическое моделирование химико-технологических и

нефтехимических процессов.

6. Цели математического моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов химической технологии.

7. Детерминированный и стохастический метод составления математических моделей.

8. Основные понятия химической кинетики.

9. Скорость химической реакции.

10. Закон действующих масс.

11. Методы исследования кинетики химических реакций.

12. Кинетические модели гомогенных химических реакций.

13. Кинетические модели гетерогенных химических реакций.

14. Гидродинамическая основа математических моделей.

15. Модели теплообменных аппаратов, модели идеального вытеснения и идеального перемешивания.

16. Исследование процессов теплообмена аналитическими и численными методами.

17. Моделирование процесса нагрева в трубчатой печи.

18. Моделирование реакторов.

19. Моделирование емкостного реактора проточного типа.

20. Моделирование реактора колонного типа.

21. Моделирование реакторов идеального вытеснения

22. Моделирование реактора идеального смешения.

23. Расчет адсорберов и абсорберов.

24. Расчет экстракционных и ректификационных колонн.

25. Роль статистических методов при обработке данных химического эксперимента.

26. Основы построения статистических моделей.

27. Общий вид статистических моделей, уравнение регрессии, параметры уравнения.

28. Обработка результатов эксперимента статистическими методами.

29. Основные числовые характеристики случайной величины: математическое ожидание, дисперсия.

30. Выборочные статистические характеристики: среднее арифметическое, выборочная дисперсия, выборочный коэффициент корреляции.

31. Методы корреляционного и регрессионного анализа при обработке данных химического эксперимента.

32. Виды регрессии.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 70% и промежуточного контроля - 30%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 15 баллов,

- выполнение лабораторных заданий - 20 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.
- тестирование – 15 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- письменная контрольная работа - 30 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Киперман С.Л. Основы химической кинетики в гетерогенном катализе / Киперман С.Л. - М.: Химия, 1979. - 349 с.
2. Еремин Е.Н. Основы химической кинетики: [Для хим. ун-тов]. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Высш. школа, 1976. - 374с.
3. Эмануэль Николай Маркович. Курс химической кинетики: [учебник для хим. фак. ун-тов] / Эмануэль Н.М., Д. Г. Кнорре. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1974. - 400 с.
4. Закгейм, А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие / А. Ю. Закгейм; Закгейм А.Ю. - М.: Логос, 2012. – 304с. - <http://www.biblioclub.ru/book/84988/>
5. Общая химическая технология: Методология проектирования химико-технологических процессов: учеб. для студентов вузов / И.М. Кузнецова; под ред. Х.Э. Харлампики. - Изд. 2-е, перераб. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2013. - 447 с.
6. Дворецкий С.И., Егоров А.Ф., Дворецкий Д.С. Компьютерное моделирование и оптимизация технологических процессов и оборудования. 2003. <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/024/22024/5237/page15>
7. Матметоды и моделирование в химии. <http://www.twirpx.com/files/chidnustry/mmethods/>.
8. MathCAD. Система для математического моделирования и инженерных расчетов. - Петрозаводск, 1994. - 96 с.

б) дополнительная литература:

1. Кафаров Витор Вячеславович. Анализ и синтез химико-технологических систем: учебник для хим.-технол. спец. вузов / Кафаров, Витор Вячеславович, Мешалкин, Валерий Павлович. - М.: Химия, 1991. - 43 с.
2. Кафаров Виктор Вячеславович. Математическое моделирование основных процессов химических производств: [учеб. пособие для хим.-технол. спец. вузов] / Кафаров В.В., Глебов М.Б. - М. : Высшая шк., 1991. - 399 с.
3. Бесков Владимир Сергеевич. Моделирование каталитических процессов и реакторов / Бесков, Владимир Сергеевич, Флокк, Вольфганг. - М.: Химия, 1991. – 252 с.
4. Быков И. Моделирование критических явлений в химической кинетике: Отв. ред. А.И. Вольперт; Ан СССР, Сиб. отд-ние / И. Быков. - М.: Наука, 1988. – 262 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. <http://elib.dgu.ru> Электронная библиотека ДГУ
2. http://window.edu.ru/window/catalogp_rid=59576 .
3. <http://www.studfiles.ru/dir/download/14640.html>
4. <http://www.twirpx.com/file/821973/>
5. Писаренко Е.В. Моделирование и разработка энерго- и ресурсосберегающих процессов получения метанола, диметилового эфира и низших олефинов из природного газа . 2012. Автореф. дисс.
<http://vak.ed.gov.ru/ru/dissertation/subscription/index.php?id54=15295&from54=20>
6. Гартман Т.Н. Компьютерное моделирование энерго - и ресурсосберегающих химических производств // Программные продукты и системы. 2002. №4.
<http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=676>
7. Дворецкий С.И., Егоров А.Ф., Дворецкий Д.С. Компьютерное моделирование и оптимизация технологических процессов и оборудования. 2003.
<http://window.edu.ru/library/pdf2txt/024/22024/5237/page15>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам, для подготовки к занятиям представлен в разделе 8.

Лекционный курс. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов, с целью формирования у студентов знаний и умений в области моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов. В тетради для конспектирования лекций записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспекте рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие у студентов в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях, и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю. Студенту необходимо активно работать с конспектом лекций: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к практическим занятиям экзамену, модульным контрольным, при выполнении самостоятельных заданий.

Лабораторные занятия. Перед началом лабораторных занятий, студент должен самостоятельно изучить методику выполнения и получить допуск у преподавателя. В ходе лабораторных занятий студент под руководством преподавателя выполняет лабораторные задания, позволяющие закрепить лекционный материал по изучаемой теме, научиться выполнять статистическую обработку полученных данных, научиться работать с методиками, руководящими документами, информацией различного уровня. Студент должен вести активную познавательную работу. Целесообразно строить ее в форме наблюдения, эксперимента и конспектирования. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имеющихся знаний. Необходимо также анализировать материал для выделения общего в частном и, наоборот, частного в общем.

Самостоятельная работа выполняется студентом в виде конспектирования первоисточника, закрепления материала при выполнении практических работ по теме. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводится: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Алгоритмы решения уравнений математического описания типовых процессов химической технологии.	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
Формализация процессов (математическое описание) детерминированных систем	-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на
Моделирование биохимических реакций	практические занятия, к участию в тематических дискуссиях;
Моделирование химических процессов, протекающих в проточных реакторах идеального смешения.	-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Моделирование химико-технологических процессов в аппаратах идеального вытеснения	- работа с вопросами для самопроверки;
Моделирование кинетики роста микроорганизмов в биохимических реакторах	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
Оптимизация химико-технологических процессов. Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов с использованием теплового баланса.	-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях;
Интегральный метод анализа опытных данных для определения неизвестных констант и механизмов.	-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Понятие полидисперсности, способы его представления и процессы, вызывающие его изменение. Методы математического описания процессов с переменной дисперсной фазой (уравнение баланса массы, энергии и импульса).	- работа с вопросами для самопроверки;
Принцип построения математической модели биохимического реактора	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
Кинетические модели на основе обобщенных схем ферментативных реакций	-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях;
Расчет кинетических констант, поиск неизвестного механизма реакции	-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Диффузионный метод анализа опытных данных.	- работа с вопросами для самопроверки;
Типичные стохастические модели.	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
	-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в

Коагуляция полидисперсных систем. Математическое описание процессов дробления дисперсионной фазы	тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка; - работа с вопросами для самопроверки;
---	--

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Компьютерные программы для статистической обработки результатов анализа.
- Программы пакета Microsoft Office
- Программа Mathcad

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

В соответствии с требованиями ФГОСЗ+ кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по потокам студентов, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12-14 человек и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания, специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждые двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком). Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе.

- Аудиторный класс.
- Компьютерный класс.
- Ноутбук, мультимедиа проектор для презентаций, экран.