

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование технологических и природных систем

Кафедра экологической химии и технологии
химический факультет

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

Профиль подготовки
Охрана окружающей среды и рациональное использование природных
ресурсов

Уровень высшего образования
Магистратура

Форма обучения
Очная

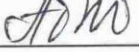
Статус дисциплины: базовая

Махачкала, 2016

Рабочая программа дисциплины «Моделирование технологических и природных систем» составлена в 2016 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень магистратуры) от «20» ноября 2014г. №1480.


Разработчик: кафедра экологической химии и технологии, Тажибова Н.К., к.х.н.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры экологической химии и технологии
от «12» 06 2016г., протокол № 10

Зав. кафедрой  Алиев З.М.
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета
от «17» 06 2016г., протокол № 10

Председатель  Бабуев М.А.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением « 20 » 06 2016г. 
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Моделирование технологических и природных систем» входит в базовую часть образовательной программы магистратуры по направлению 18.04.02 - 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 процесса моделирования химико-технологических систем, принципами построения математической модели природных систем, основные положения анализа и синтеза сложных многокомпонентных систем, способы решения математических моделей.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-4, профессиональных – ПК-1, 6, 7, 10.

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 зачета, экзамена.

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

| Семестр | Учебные занятия | | | | | | СРС, в том числе экзамен | Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен) |
|---------|--|----------------------|----------------------|-----|--------------|--|--------------------------|---|
| | в том числе | | | | | | | |
| | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | |
| | Все го | из них | | | | | | |
| Лекции | | Лабораторные занятия | Практические занятия | КСР | консультации | | | |
| 11 | 144 | 12 | 30 | | | | 102 | зачет, экзамен |

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Моделирование технологических и природных систем» являются формирование теоретической базы основных понятий и методов математического моделирования изучаемых процессов и объектов природопользования; приобретение практических навыков обработки экспериментальных данных и планирования экспериментов для получения математических моделей изучаемых процессов и их оптимизации.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Моделирование технологических и природных систем» входит в базовую часть образовательной программы магистратуры по направлению 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Изучение теории и практики моделирование технологических и природных систем начинается после прохождения студентами материала курса «Использование профессиональных программных продуктов», «Основы теории эксперимента и математической обработки результатов», «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающие химико-технологических систем».

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) |
|--------------|--|---|
| ОПК-4 | готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез | Знать: основные методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем Уметь: использовать методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем Владеть: навыками использования методов математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем. |
| ПК-1 | способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их | Знать: общие вопросы теории и практики планирования и организации эксперимента при решении задач в области энерго- и ресурсосбережения Уметь: формулировать научно-исследовательские задачи, анализировать результаты экспериментов, делать выводы на |

| | | |
|--------------|---|---|
| | | <p>основе анализа</p> <p>Владеть: навыками решения научно-исследовательских задач, с помощью экспериментальных исследований в области реализации энерго- и ресурсосберегающих процессов</p> |
| ПК-6 | <p>готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку</p> | <p>Знать: основные принципы построения математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем;</p> <p>Уметь: использовать математические модели при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и разрабатывать технологический режим с позиций энерго- ресурсосбережения;</p> <p>Владеть: навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и способами оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем.</p> |
| ПК-7 | <p>готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке</p> | <p>Знать: специфику функционирования энерго-ресурсосберегающих технологий, виды и особенности оборудования и технологической оснастки</p> <p>Уметь: разрабатывать мероприятия по энерго-ресурсосбережению, проводить выбор оборудования и технологической оснастке.</p> <p>Владеть: приемами и методами использования мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке</p> |
| ПК-10 | <p>способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий</p> | <p>Знать: особенности технологических процессов; основы инновационной деятельности; методы оценки эффективности инвестиционных проектов;</p> <p>Уметь: принимать экономически обоснованные решения при осуществлении инновационно-технологических преобразований;</p> <p>Владеть: современными методиками расчета и анализа экономической эффективности технологических процессов; основами технологического менеджмента</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 (<i>по неделям семестра</i>) Форма промежуточной аттестации (<i>по семестрам</i>) |
|--|--|---------|-----------------|---|-------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|---|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторн ые занятия | Контроль самост. раб. | | |
| Модуль 1. Математическое описание химико-технологического объекта. | | | | | | | | | |
| 1 | Математическое моделирование | 11 | 1-2 | 2 | | 4 | | 12 | Устный опрос |
| 2 | Математическая постановка задачи моделирования | 11 | 3-4 | 2 | | 4 | | 12 | Устный опрос |
| <i>Итого по модулю 1:</i> | | | | 4 | | 8 | | 24 | Коллоквиум |
| Модуль 2. Структурные модели химико-технологических систем (ХТС) | | | | | | | | | |
| 1 | Математическая описание задачи моделирования | 11 | 5-6 | 2 | | 4 | | 10 | Устный опрос |
| 2 | Структурные модели. Способы построения структурных моделей | 11 | 7-10 | 2 | | 8 | | 10 | Устный опрос |
| <i>Итого по модулю 2:</i> | | | | 4 | | 12 | | 20 | Коллоквиум |
| Модуль 3. Структурный анализ химико-технологических систем (ХТС) | | | | | | | | | |
| 1 | Структурный анализ химико-технологических систем (ХТС) | 11 | 11-14 | 2 | | 4 | | 10 | Устный опрос |
| 2 | Принципы математического моделирования и анализа ХТС. | 11 | 15-17 | 2 | | 6 | | 12 | Устный опрос |
| <i>Итого по модулю 3:</i> | | | | 4 | | 10 | | 22 | Коллоквиум |
| Модуль 4. Подготовка к экзамену | | | | | | | | | |
| 1 | Подготовка к экзамену | 11 | 18 | | | | | 36 | зачет, экзамен |
| <i>Итого по модулю 4:</i> | | | | | | | | 36 | зачет, экзамен |
| ИТОГО: | | | | 12 | | 30 | | 102 | зачет, экзамен |

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

Модуль 1. Математическое описание химико-технологического объекта.

Тема 1. Математическое моделирование. Классификация математических моделей. Классификационные признаки. Основные этапы математического моделирования. Этапы построения математической модели.

Обследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задачи моделирования.

Тема 2. Математическая постановка задачи моделирования. Задачи моделирования. Выбор и обоснование метода решения задачи. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. Проверка адекватности модели. Методы идентификации параметров модели и методы установления адекватности модели. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования.

Модуль 2. Структурные модели химико-технологических систем (ХТС)

Тема 3. Математическое описание задачи моделирования. Состав математического описания химико-технологического объекта. Структура математической модели химико-технологического объекта. Математическое моделирование как основной метод решения задач оптимизации и проектирования химико-технологических процессов.

Тема 4. Структурные модели. Способы построения структурных моделей. Классификация структурных моделей. Способы построения структурных моделей. Системный анализ. Топологические модели. Графы. Матричное представление графов: матрица ветвей, матрица циклов, матрица смежности, матрица инцидентий. Матрицы связей.

Модуль 3. Структурный анализ химико-технологических систем (ХТС)

Тема 5. Структурный анализ химико-технологических систем (ХТС). Способы представления структуры ХТС. Типы технологических связей в топологии ХТС. Классификация и назначение топологических моделей ХТС (графов). Поточковые графы. Информационно потоковые графы. Сигнальные графы. Структурные графы. Гомоморфные, изоморфные модели.

Тема 6. Принципы математического моделирования и анализа ХТС. Классификация моделей ХТС. Классификация ХТС по способу функционирования. Классификация ХТС по особенностям технологической топологии. Типы технологических связей в топологии ХТС. Принципы построения математических моделей ХТС.

Темы лабораторных работ

1. Математические модели химико-технологических объектов. Способы решения математических моделей химико-технологических объектов (дифференциальных уравнений).
2. Моделирование теплообменных процессов. Тепловой баланс химико-технологического объекта.
3. Основные математические модели реакторов.
4. Моделирование и расчет реакционных процессов в химической технологии. Моделирование реактора идеального смешения (РИС).
5. Моделирование и расчет реакционных процессов в химической технологии. Моделирование реактора идеального вытеснения (РИВ).
6. Сравнительный анализ различных режимов работы промышленных

реакторов

7. Моделирование и расчет комбинированного процесса.

8. Основные методы расчета ХТС

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. Занятия лекционного типа (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция) составляют 30% аудиторных занятий.

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

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 зачету.
7. Подготовка к экзамену.

| № | 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 зачету. | Устный или письменный опрос, либо компьютерное тестирование. | См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа |
| 5. | Подготовка к экзамену. | Компьютерное тестирование или опрос по экзаменационным билетам | 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 либо в виде устного экзамена, либо в форме тестирования.

Оценка «отлично» ставится за уверенное владение материалом курса.

Оценка «хорошо» ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка «удовлетворительно» ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если требования к прохождению курса не выполнены и студент не может показать владение материалом.

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 |
|-------------|--|--------------------------------|
| ОПК-4 | Знать: основные методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико- | Устный опрос, письменный опрос |

| | | |
|------|---|--------------------------------|
| | технологических систем | |
| | Уметь: использовать методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем | Письменный опрос |
| | Владеть: навыками использования методов математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем. | Мини-конференция |
| ПК-1 | Знать: общие вопросы теории и практики планирования и организации эксперимента при решении задач в области энерго- и ресурсосбережения | Устный опрос, письменный опрос |
| | Уметь: формулировать научно-исследовательские задачи, анализировать результаты экспериментов, делать выводы на основе анализа | Письменный опрос |
| | Владеть: навыками решения научно-исследовательских задач, с помощью экспериментальных исследований в области реализации энерго- и ресурсосберегающих процессов | Мини-конференция |
| ПК-6 | Знать: основные принципы построения математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем; | Устный опрос, письменный опрос |
| | Уметь: использовать математические модели при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и разрабатывать технологический режим с позиций энерго-ресурсосбережения; | Письменный опрос |
| | Владеть: навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и способами оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем. | Мини-конференция |
| ПК-7 | Знать: специфику функционирования энерго- ресурсосберегающих технологий, виды и особенности оборудования и технологической оснастки | Устный опрос, письменный опрос |
| | Уметь: разрабатывать мероприятия по энерго- ресурсосбережению, проводить выбор оборудования и технологической оснастке. | Письменный опрос |
| | Владеть: приемами и методами | Мини-конференция |

| | | |
|-------|---|--------------------------------|
| | использования мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке | |
| ПК-10 | Знать: особенности технологических процессов; основы инновационной деятельности; методы оценки эффективности инвестиционных проектов; | Устный опрос, письменный опрос |
| | Уметь: принимать экономически обоснованные решения при осуществлении инновационно-технологических преобразований; | Письменный опрос |
| | Владеть: современными методиками расчета и анализа экономической эффективности технологических процессов; основами технологического менеджмента | Мини-конференция |

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

ОПК-4

Схема оценки уровня формирования компетенции «готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

| Уровень | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать) | Оценочная шкала | | |
|------------------------|--|--|---|--|
| | | Удовлетворительно | Хорошо | Отлично |
| Пороговый, продвинутой | Знать: основные методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем | Неполные знания основных методов математического моделирования при проектировании и энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем | Сформированные, но содержащие пробелы знания основных методов математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем | Сформированные и систематическое знание основных методов математического моделирования при проектировании и энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем |
| | Уметь: использовать методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико- | В целом успешное, но не систематическое умение использовать методы | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать методы | Успешное и систематическое умение использовать методы математического |

| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| | технологических систем | математического моделирования при проектировании и энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем | математического моделирования при проектировании и энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем | моделирования при проектировании и энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем |
| | Владеть: навыками использования методов математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем. | В целом успешное, но не систематическое владение навыками использования методов математического моделирования при проектировании и энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками использования методов математического моделирования при проектировании и энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем. | Успешное и систематическое владение навыками использования методов математического моделирования при проектировании и энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем. |

ПК-1

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

| Уровень | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать) | Оценочная шкала | | |
|------------------------|--|---|---|---|
| | | Удовлетворительно | Хорошо | Отлично |
| Пороговый, продвинутой | Знать: общие вопросы теории и практики планирования и организации эксперимента при решении задач в области энерго- и ресурсосбережения | Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок | Знает достаточно в базовом объеме | Демонстрирует высокий уровень знаний |
| | Уметь: формулировать научно-исследовательские задачи, анализировать результаты экспериментов, делать выводы на основе анализа | В целом успешное, но не систематическое умение формулировать научно-исследовательские задачи, | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение формулировать научно-исследовательские задачи, | Успешное и систематическое умение формулировать научно-исследовательские задачи, анализировать результаты |

| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| | | анализировать результаты экспериментов, делать выводы на основе анализа | анализировать результаты экспериментов, делать выводы на основе анализа | экспериментов, делать выводы на основе анализа |
| | Владеть: навыками решения научно-исследовательских задач, с помощью экспериментальных исследований в области реализации энерго- и ресурсосберегающих процессов | В целом успешное, но не систематическое владение навыками решения научно-исследовательских задач, с помощью экспериментальных исследований в области реализации энерго- и ресурсосберегающих процессов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками решения научно-исследовательских задач, с помощью экспериментальных исследований в области реализации энерго- и ресурсосберегающих процессов | Успешное и систематическое владение навыками решения научно-исследовательских задач, с помощью экспериментальных исследований в области реализации энерго- и ресурсосберегающих процессов |

ПК-6

Схема оценки уровня формирования компетенции «готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

| Уровень | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать) | Оценочная шкала | | |
|------------------------|--|---|---|--|
| | | Удовлетворительно | Хорошо | Отлично |
| Пороговый, продвинутой | Знать: основные принципы построения математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем; | Неполные знания основных принципов построения математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем | Сформированные, но содержащие пробелы знания основных принципов построения математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических | Сформированные и систематические знания основных принципов построения математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических |
| | Уметь: использовать математические модели при проектировании энерго- и ресурсосберегающих | В целом успешное, но не систематическое умение использовать математические | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать | Успешное и систематическое умение использовать математические модели при |

| | | | | |
|--|---|---|---|--|
| | химико-технологических систем и разрабатывать технологический режим с позиций энерго-ресурсосбережения; | модели при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и разрабатывать технологический режим с позиций энерго-ресурсосбережения | математические модели при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и разрабатывать технологический режим с позиций энерго-ресурсосбережения | проектирование и энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и разрабатывать технологический режим с позиций энерго-ресурсосбережения |
| | Владеть: навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и способами оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем. | В целом успешное, но не систематическое владение навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и способами оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и способами оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем. | Успешное и систематическое владение навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и способами оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем. |

ПК-7

Схема оценки уровня формирования компетенции «готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

| Уровень | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать) | Оценочная шкала | | |
|------------------------|---|--|--|--|
| | | Удовлетворительно | Хорошо | Отлично |
| Пороговый, продвинутой | Знать: специфику функционирования энерго-ресурсосберегающих технологий, виды и особенности оборудования и | Неполные знания о специфике функционирования энерго-ресурсосберегающих технологий, | Сформированные, но содержащие пробелы знания о специфике функционирования энерго-ресурсосберегаю | Сформированные и систематическое знания о специфике функционирования энерго-ресурсосберега |

| | | | | |
|--|---|---|---|--|
| | технологической оснастки | виды и особенности оборудования и технологической оснастки | щих технологий, виды и особенности оборудования и технологической оснастки | ющих технологий, виды и особенности оборудования и технологической оснастки |
| | Уметь: разрабатывать мероприятия по энерго-ресурсосбережению, проводить выбор оборудования и технологической оснастке. | В целом успешное, но не систематическое умение разрабатывать мероприятия по энерго-ресурсосбережению, проводить выбор оборудования и технологической оснастке. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение разрабатывать мероприятия по энерго-ресурсосбережению, проводить выбор оборудования и технологической оснастке. | Успешное и систематическое умение разрабатывать мероприятия по энерго-ресурсосбережению, проводить выбор оборудования и технологической оснастке. |
| | Владеть: приемами и методами использования мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке | В целом успешное, но не систематическое применение приемов и методов использования мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке | В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение приемов и методов использования мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке | Успешное и систематическое применение приемов и методов использования мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке |

ПК-10

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

| Уровень | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать) | Оценочная шкала | | |
|------------------------|---|--|-----------------------------------|--------------------------------------|
| | | Удовлетворительно | Хорошо | Отлично |
| Пороговый, продвинутой | Знать: особенности технологических процессов; основы инновационной деятельности; методы оценки эффективности инвестиционных проектов; | Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок | Знает достаточно в базовом объеме | Демонстрирует высокий уровень знаний |
| | Уметь: принимать | В целом | В целом | Успешное и |

| | | | | |
|--|---|---|---|--|
| | экономически обоснованные решения при осуществлении инновационно-технологических преобразований; | успешное, но не систематическое умение принимать экономически обоснованные решения при осуществлении инновационно-технологических преобразований | успешное, но содержащее отдельные пробелы умение принимать экономически обоснованные решения при осуществлении инновационно-технологических преобразований | систематическое умение принимать экономически обоснованные решения при осуществлении инновационно-технологических преобразований |
| | Владеть: современными методиками расчета и анализа экономической эффективности технологических процессов; основами технологического менеджмента | В целом успешное, но не систематическое владение современными методиками расчета и анализа экономической эффективности технологических процессов; основами технологического менеджмента | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение современными методиками расчета и анализа экономической эффективности технологических процессов; основами технологического менеджмента | Успешное и систематическое владение современными методиками расчета и анализа экономической эффективности технологических процессов; основами технологического менеджмента |

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

7.3. Типовые контрольные задания

Контрольные вопросы

1. Модели. Моделирование. Области применения моделирования.
2. Определение модели. Свойства моделей. Цели моделирования. Классификация моделей.
3. Материальное моделирование. Идеальное моделирование
4. Физическое моделирование. Определение. Назначение. Достоинства. Недостатки.
5. Математическое моделирование. Классификация математических моделей. Задачи, которые решаются с помощью математического моделирования.
6. Основные виды математических моделей.
7. Этапы построения математической модели.
8. Схема этапов математического моделирования.
9. Состав математического описания химико-технологического объекта. Требования, предъявляемые к модели химико-технологического объекта.
10. Структура математической модели химико-технологического объекта.

11. Математическое описание структуры потоков в аппарате (гидродинамика). Типовые математические модели структуры потоков в аппарате.

12. Модель идеальное смешение. Модель идеальное вытеснение.

13. Разновидности модели идеальное вытеснение -диффузионное однопараметрическое вытеснение, диффузионное, двухпараметрическое вытеснение. Ячеечная модель.

14. Тепловой баланс химико-технологического объекта.

15. Методы составления математических моделей. Эмпирический метод составления математических моделей. Пассивный эксперимент. Активный эксперимент. Теоретический метод составления математических моделей.

16. Экспериментально-аналитический метод составления математических моделей

17. Области применения различных моделей структуры потоков в аппарате

18. Основные классы уравнений встречающихся в математическом описании.

Способы решения дифференциальных уравнений

19. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Метод Эйлера первого порядка, Метод Рунге-Кутты 4 порядка

20. Структурные модели.

21. Классификация структурных моделей.

22. Способы построения структурных моделей.

23. Принципы построения математических моделей химико-технологических систем (ХТС). Декомпозиционные методы расчета Интегральные методы.

24. Структурный анализ ХТС (Способы представления структуры ХТС).

25. Классификация и назначение топологических моделей ХТС (графов).

Потоковые графы. Информационно потоковые графы. Сигнальные графы. Структурные графы.

26. Графы. Матричное представление графов: матрица ветвей, матрица циклов, матрица смежности, матрица инцидентий. Матрицы связей.

27. Классификация ХТС по особенностям технологической топологии.

28. Типы технологических связей в топологии ХТС.

29. Классификация моделей ХТС. Гомоморфные, изоморфные модели.

Классификация ХТС по способу функционирования.

30. Общий вид систем уравнений материально-тепловых балансов ХТС.

31. Идентификация ХТС. Оптимизация ХТС.

32. Основы построения статистических моделей

33. Модели и методы анализа пространственно-временных структур

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. Гумеров А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие для студентов вузов / Гумеров А.М. - Изд. 2-е, перераб. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2014. – 174 с
2. Самойлов Н.А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов. 3-е изд. испр. и доп. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2016. – 449 с
3. Пащенко Ф.Ф. Основы моделирования энергетических объектов / Пащенко Ф.Ф., Пикина Г.А. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 461 с.
4. Авдин В.В. Математическое моделирование экосистем: Учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. – 2004. – 80 с.
5. Горковенко В.А., Красильщикова С.В., Проценко А.Н., Колосов Ю.В. Многофакторное моделирование динамических процессов в экологических и производственных системах: Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009.

б) дополнительная литература:

1. Закгейм, А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие / Закгейм А.Ю. - М.: Логос, 2012. - 304.
2. Кафаров В.В. Математическое моделирование основных процессов химических производств: учеб. пособие / Кафаров В.В., Глебов М.Б. - М.: Высшая шк., 1991. - 399 с.
3. Советов, Б.Я. Моделирование систем: учебник для бакалавров / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. - 7-е изд. - М.: Юрайт, 2012. - 292-
4. Советов Б.Я. Моделирование систем. Практикум: учебник для бакалавров / Советов Б.Я., Яковлев С.А. - 4-е изд. - М.: Юрайт, 2012. – 337
5. Бесков В.С. Моделирование каталитических процессов и реакторов / Бесков В.С., Флокк Вольфганг. - М.: Химия, 1991. - 252 с.
6. 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.
7. [Болтянский В. Г. Математические методы оптимального управления - М.: Изд-во "Наука", 1969.](#) Университетская библиотека on-line
8. [Кузнецов О. А. Моделирование схемы переработки природного газа в Aspen HYSYS V8 - М., Берлин: Директ-Медиа, 2015](#) Университетская библиотека on-line

9. [Кузнецов О. А. Моделирование установки переработки нефти в Aspen HYSYS V8 - М., Берлин: Директ-Медиа, 2015](#) Университетская библиотека on-line
10. [Нартя В. И. Блочно-матричный метод математического моделирования поверхностей - Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2016](#) Университетская библиотека on-line
11. [Струченков В. И. Методы оптимизации в прикладных задачах - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009](#) Университетская библиотека on-line
12. [Моделирование систем. Объектно-ориентированный подход](#) Авторы: Колесов Ю., Сениченков Ю. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2012 г. 192 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. <http://elib.dgu.ru>
2. <http://www.studfiles.ru/all-vuz/>
3. <http://window.edu.ru>
4. <http://elibrary.ru>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Подготовка магистров к занятиям, а также выполнение самостоятельной работы заключается в чтении рекомендуемой литературы, подготовке к лабораторным занятиям и написания контрольной работы. При выполнении самостоятельной работы рекомендуется регулярное повторение пройденного материала, использование сведений по дисциплине, полученные из соответствующих интернет-источников. Для полного освоения материала, в котором встречаются много новых понятий и терминов необходимо строго посещать лекции, лабораторные занятия и своевременно выполнять все задания преподавателя.

Содержание тем, предназначенных для самостоятельного изучения, можно найти в списках основной литературы и дополнительной литературы. Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке вспомогательной литературы.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы с проведением поиска информации в различных поисковых системах, а также пользоваться специализированными сайтами научной литературы по материаловедению доступных с IP-адресов компьютеров, подключенных к локальной сети. При подготовке к итоговой контрольной работе и зачету необходимо тщательно изучить весь материал, который давался на лекциях и лабораторных работах, а также изучить вопросы, предназначенные для самостоятельного изучения с использованием рекомендованной литературы.

| Разделы и темы для самостоятельного изучения | Виды и содержание самостоятельной работы |
|---|---|
| Основные этапы математического моделирования | -конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; |
| Классификация математических моделей | -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях; |
| Моделирование, связанное с состоянием окружающей среды | -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка; |
| Задачи моделирования. Выбор и обоснование метода решения задачи | - работа с вопросами для самопроверки; |
| Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ | -конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; |
| Состав и структура математической модели химико-технологического объекта. | -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях; |
| Классификация структурных моделей. | -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка; |
| Способы построения структурных моделей | - работа с вопросами для самопроверки; |
| Способы представления структуры ХТС. | |
| Классификация моделей ХТС. | |

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 технологических и природных систем» 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

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 специально оборудованных компьютерных классах.