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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов

Кафедра неорганической химии и химической экологии

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

Направленность (профиль) программы
Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: входит в обязательную часть ОПОП

Махачкала 2022

Рабочая программа дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки ***18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*** от «07» августа 2020 г. №923;

Разработчик: кафедра неорганической химии и химической экологии, Исаев А.Б. - к.х.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры неорганической химии и химической экологии
от «26» 02 2022 г., протокол № 6

Зав. кафедрой _____ Исаев А.Б.
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета
от «18» 03 2022 г., протокол №7

Председатель _____ Гасангаджиева У.Г.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

управлением «31» 03 2022 г. _____
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

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

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой неорганической химии и химической экологии.

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 – ОПК-4, ПК-5, ПК-7.

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.

Объем дисциплины 3 зачетные единицы, в том числе 108 академических часов по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе экзамен	
	Всего	из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
7	108	18	36				54	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 ОПОП бакалавриата

Дисциплина Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов входит в обязательную часть ОПОП 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) .

Код и наименование компетенции из ОПОП	**Код и наименование индикатора достижения компетенций**	**Планируемые результаты обучения**	**Процедура освоения**
ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.3. Владеет навыками применения современных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности.	**Знает:** методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей, основные методы и средства моделирования энерго- и ресурсосберагающих процессов в химической технологии **Умеет:** применять на практике математические модели, методы и средства проектирования энерго- и ресурсосберагающих процессов в химической технологии **Владеет:** навыками моделирования и проектирования для решения задач профессиональной деятельности.	Устный опрос, письменный опрос Контрольная работа Зачет
ПК-5. Способен определять стратегии модернизации и реконструкции технологических процессов очистки сточных вод и переработки техногенных отходов	ПК-5.1. участвует в проектировании отдельных стадий технологических процессов очистки сточных вод и переработки техногенных отходов с использованием современных информационных технологий	**Знает**: теоретические основы отдельных стадий технологических процессов очистки сточных вод и переработки техногенных отходов; **Умеет**: выполнять расчеты основных размеров машин и аппаратов; рассчитывать оптимальные режимы процессов и подбирать необходимые для этого машины и аппараты. **Владеет**: методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; навыками работы со специальными программами.	Устный опрос, письменный опрос Контрольная работа Зачет
ПК-7. Способен анализировать эффективности	ПК-7.3. моделирует эффективности применяемых средств	**Знает**: модели типовых схемы управления и автоматизации технологических процессов;	Устный опрос, письменный опрос

применяемых средств технологических процессов очистки стоков, в том числе средств автоматизации, и показателей их использования	управления и автоматизации технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения	тенденции и перспективы развития современных систем управления с позиций энерго- и ресурсосбережения **Умеет**: правильно оценивать возможности управления технологическими процессами с позиций энерго- и ресурсосбережения **Владеет**: навыками моделирования эффективности применяемых средств управления и автоматизации технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения	Контрольная работа Зачет

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	**Разделы и темы дисциплины**	**Семестр**	**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		6		10	Устный опрос
2	Кинетические модели химических реакций	7	2		6		8	Устный опрос
	Итого по модулю 1:		**4**		**12**		**18**	Коллоквиум
	Модуль 2. Составные части математической модели энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических процессов							
1	Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах	7	2		6		8	Устный опрос
2	Модели химических процессов	7	2		6		10	Устный опрос
	Итого по модулю 2:		**4**		**12**		**18**	Коллоквиум
	Модуль 3. Моделирование и расчет аппаратов химических производств							
1	Моделирование реакторов	7	2		6		8	Устный опрос
2	Расчет аппаратуры для массообменных процессов	7	4		6		10	Устный опрос

	Итого по модулю 3:		**6**		**12**		**18**	Коллоквиум
	ИТОГО:		**18**		**36**		**54**	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.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

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

Тема 1. Основные понятия и определения. Определение и расчет структурных параметров компонентов химической реакции

Тема 2. Кинетические модели химических реакций. Моделирование кинетики гомогенных химических реакций

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

Тема 3. Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах. Расчет потоков химико-технологической системы

Тема 4. Модели химических процессов. Оптимизация каталитического процесса.

Модуль 3. **Моделирование и расчет аппаратов химических производств.**

Тема 5. Моделирование реакторов. Моделирование гомогенных химических реакторов

Тема 6. Расчет аппаратуры для массообменных процессов. Расчет приземных концентраций вредных веществ

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.
- ✓ лабораторные работы выполняются студентами самостоятельно под контролем лаборанта и преподавателя.

В ходе освоения дисциплины предусматривается применение следующих активных методов обучения:

- ✓ Выполнение лабораторных работ с элементами исследования.

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 проводиться 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 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 зачета.

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

7.1. 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.

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

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающая из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.
Текущий контроль по дисциплине включает:
- посещение занятий - 20 баллов,
- выполнение лабораторных заданий (допуск, выполнение, сдача работ) – 60 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.
Промежуточный контроль по дисциплине включает:
Контрольная работа - 100 баллов.
Критерии оценивания по зачету

Ответ оценивается «**зачтено**», если студент:

полно раскрыл содержание материала в области, предусмотренной программой; изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно использовал терминологию; показал умения иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами из практики; продемонстрировал усвоение изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость знаний; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов; возможны одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов.

Ответ оценивается «**не зачтено**» в следующих случаях:

не раскрыто основное содержание учебного методического материала; обнаружено незнание и непонимание студентом большей или наиболее важной части дисциплины; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя; допускает ошибки в освещении основополагающих вопросов дисциплины.

Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля успеваемости – контрольной работы:

оценка «отлично»: глубокие исчерпывающие знания материала, логически последовательные, полные, правильные и конкретные ответы на вопросы билета; использование в необходимой мере в ответах терминологии дисциплины, представленной в рекомендуемых учебных пособиях и дополнительной литературе;

оценка «хорошо»: твёрдые и достаточно полные знания материала, последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные вопросы, могут быть допущены несущественные недочеты в ответах и незначительные нарушения логики изложения материала;

оценка «удовлетворительно»: знание и понимание основных материала, наличие несущественных ошибок (не более 50%) при неспособности их последовательного и логического изложения, вызывает затруднение использование терминологии дисциплины;

оценка «неудовлетворительно»: непонимание сущности вопросов, грубые существенные ошибки в ответе, отсутствие способности к письменному изложению материала.

Критерии оценки контрольных работ (коллоквиум):

оценка «отлично»: ответ полный, правильный, самостоятельный, материал изложен в определенной логической последовательности, демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение находить рациональные пути решения задач, устанавливать причинно- следственные связи между строением, свойствами и применением веществ, в логическом рассуждении при решении задачи, графических построениях нет ошибок, задача решена рациональным способом с корректным использованием необходимых физико-химических величин, получен верный ответ. Работа выполнена на 76-100%

оценка «хорошо»: дан полный, правильный ответ на основе изученных понятий, концепций, закономерностей, теорий, но допускаются несущественные ошибки в расчетах при решении задач. Работа выполнена на 66-75%.

оценка «удовлетворительно»: дан полный ответ, но при этом есть существенные ошибки указывающие на неумение использовать теоретические знания и умения при решении поставленных задач. Данные пробелы в знаниях не препятствуют дальнейшему обучению. Работа выполнена на 50-65%

оценка «неудовлетворительно»: ответ обнаруживает незнание основного (порогового) содержания учебного материала Работа выполнена менее 50%

Критерии оценки устного опроса - критерии оценивания:

оценка «отлично» - выставляется студенту, если студент дал подробные ответы на все заданные вопросы. При этом студент должен показать знания не только из основной литературы, но и знания из дополнительной литературы, сети Internet;

оценка «хорошо» - выставляется студенту, если студент дал полные ответы на все вопросы, показав знания из основной литературы. При этом студент допустил незначительные ошибки в одном вопросе;

оценка «удовлетворительно» - выставляется студенту, если студент дал обобщенные ответы на все вопросы, показав знания из основной литературы. При этом студент допустил незначительные ошибки в нескольких вопросах;

оценка «неудовлетворительно» - выставляется студенту, если студент не дал базовые ответы на все вопросы, не продемонстрировал логической связи между теоретическим и практическим материалом. Не показал знания из основной литературы. Студент допустил значительные ошибки в вопросах.

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] / А. М. Гумеров. - 2-е изд. перераб. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2016. - 500-06.

2. Самойлов, Наум Александрович. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов": учеб. пособие / Самойлов, Наум Александрович. - 3- е изд.испр. и доп. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2016. - 449-90.

3. Клинов А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова. - Электрон. текстовые данные. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009. - 144 с. - 978-5-7882-0774-2. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62483.html

4. Клинов А.В. Лабораторный практикум по математическому моделированию химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Клинов, А.В. Малыгин. - Электрон. текстовые данные. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. - 99 с. - 978-5-7882-1040-7. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/63719.html

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. Эмануэль, Николай Маркович. Курс химической кинетики: [учебник для хим. фак. ун-тов] / Эмануэль, Николай Маркович, Д. Г. Кнорре. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1974. - 400 с.

3. Закгейм, А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А.Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Логос, 2012. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-98704-471-1; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84988

4. Общая химическая технология: Методология проектирования химико-технологических процессов: учеб. для студентов вузов / И.М. Кузнецова; под ред. Х.Э. Харлампиди. - Изд. 2-е, перераб. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2013. - 447 с.

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

1). eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1999. –Режим доступа: http://elibrary.ru/defaultx.asp. – Яз. рус., англ.

2). Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: http://elib.dgu.ru, свободный

3). Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: http://moodle.dgu.ru/(

4). ЭБС ibooks.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: https://ibooks.ru

5. ЭБС book.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: www.book.ru

6. ЭБС iprbook.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31168.html

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

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; -проработка учебного материала (по конспектам

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

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 ФГОС3++ 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 каждых 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.