



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Волжский политехнический институт
(филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»

Автомеханический факультет

УТВЕРЖДЕНО
Автомеханический факультет
Декан Костин В.Е.
г.

Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов

рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Закреплена за кафедрой	Химия, технология и оборудование химических производств
Учебный план	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Профиль	Энерго- и ресурсосберегающие технологии
Квалификация	бакалавр
Срок обучения	4 года

Форма обучения	очная	Общая трудоемкость	4 ЗЕТ
Виды контроля в семестрах:	экзамены 7		

Семестр(Курс.Номер семестра на курсе)	7(4.1)		Итого	
	УП	ПП	УП	ПП
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	32	32	32	32
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	60	60	60	60
Часы на контроль	36	36	36	36
Практическая подготовка	0	0	0	0
Итого трудоемкость в часах	144	144	0	0

ЛИСТ ОДОБРЕНИЯ И СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Разработчик(и) программы:

Доцент, к.т.н., Залипаева О.А.

Рецензент(ы):
(при наличии)

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 923)

составлена на основании учебного плана:

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

Профиль: Энерго- и ресурсосберегающие технологии

утвержденного учёным советом вуза от 31.05.2023 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры:

Химия, технология и оборудование химических производств
Зав. кафедрой, д.х.н., профессор Бутов Г.М.

СОГЛАСОВАНО:

Автомеханический факультет

Председатель НМС факультета Костин В.Е.

Протокол заседания НМС факультета № 1 от г.

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики) актуализирована

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ). ВИД, ТИП ПРАКТИКИ, СПОСОБ И ФОРМА (ФОРМЫ) ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ.
Целью является формирование у студентов базовых знаний и навыков в области химического, физического и математического моделирования гидромеханических, тепловых, массообменных и реакторных процессов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Для освоения дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» обучающиеся должны обладать знаниями, умениями и навыками, полученными при изучении дисциплин:
2.1.2	Физика
2.1.3	Математика
2.1.4	
2.1.5	Машины и оборудования энерго- и ресурсосберегающих производств
2.1.6	Процессы и аппараты ресурсосберегающих технологий
2.1.7	Системы автоматизированного проектирования
2.1.8	Введение в механику сплошных сред
2.1.9	Энерго- и ресурсосберегающие биотехнологии
2.1.10	Явление переноса импульса и энергии в химической технологии (гидравлика)
2.1.11	Информатика
2.1.12	Надежность технических систем
2.1.13	Производственная практика: технологическая практика (проектно-технологическая)
2.1.14	Компьютерные технологии в ресурсосберегающих производствах
2.1.15	Основы научных исследований
2.1.16	Производственная практика: эксплуатационная практика
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Освоение дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» является необходимым для изучения последующих дисциплин в рамках дальнейшего формирования и развития следующих компетенции
2.2.2	
2.2.3	
2.2.4	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.5	Конструирование и расчет оборудования энерго- и ресурсосберегающих производств
2.2.6	Проектирование энерго- и ресурсосберегающих процессов и производств

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

ПК-2.1: знает принципы осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции

:

Результаты обучения:

ПК-2.2: умеет выбирать типы машин, аппаратов для выполнения определённых технологической схемой и регламентом процессов и операций;
анализировать технологические параметры и конструкторские решения деталей, узлов, машин, аппаратов, рабочей оснастки;

осуществлять технологические, прочностные, технико-экономические расчёты;
предлагать рациональные технические решения по модернизации, реконструкции, усовершенствованию и доводке технологического оборудования и оснастки; совершенствовать технологический процесс с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду;

использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования.

:

Результаты обучения:

ПК-2.3: владеет приемами конструирования оборудования и отдельных его узлов и деталей с использованием систем автоматизированного проектирования.

:
Результаты обучения:
ПК-4.1: знать технологический процесс, состав оборудования и структуру химических производств; принципы разработки технологических схем и схем автоматизации; методы выбора типового расчета и конструирования нестандартного оборудования; нормы и порядок проектирования химических производств; последовательность, состав и содержание проектной документации.
:
Результаты обучения:
ПК-4.2: умеет работать с литературными источниками, стандартами и технической документацией по направлению; выбирать тип, характеристику здания (помещения) для проектируемого производства; разрабатывать принципиальные технологические схемы, схемы автоматизации, осуществлять компоновку оборудования; выполнять проектную документацию с использованием прикладных программ;
:
Результаты обучения:
ПК-4.3: владеет методами анализа эффективности проектируемых производств на основе моделирования и расчета сырьевых, энергетических и производственных потоков; проектирования простых технологических узлов; выполнения монтажно-технологической обвязки оборудования;
:
Результаты обучения:
ПК-5.1: знать принципы осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции
:
Результаты обучения:
ПК-5.2: уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности; совершенствовать технологический процесс с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду; использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования.
:
Результаты обучения:
ПК-5.3: владеть методами экологического мониторинга среды
:
Результаты обучения:
ПК-6.1: знает состояние и перспективы развития методов прогнозирования, расчета и повышения надежности в стране и в мире, теоретические основы теории надежности технических систем; характерные схемы и принципы расчета надежности химического оборудования. основные термины используемые в дисциплине, параметры и показатели, характеризующие надежность, методы расчета надежности сложных химико-технологических систем, методы решения задач по определению оптимальных значения надежности оборудования, экспериментальные методы определения надежности.
:
Результаты обучения: состояние и перспективы развития методов прогнозирования, расчета и повышения надежности в стране и в мире, теоретические основы теории надежности технических систем; характерные схемы и принципы расчета надежности химического оборудования. основные термины используемые в дисциплине, параметры и показатели, характеризующие надежность, методы расчета надежности сложных химико-технологических систем, методы решения задач по определению оптимальных значения надежности оборудования, экспериментальные методы определения
ПК-6.2: умеет анализировать системы с позиции метода структурных схем; определять основные направления совершенствования надежности элементов и систем; самостоятельно работать с технической литературой при решении конкретных задач надежности. использовать прикладные программы по моделированию и расчету надежности элементов и систем; использовать стандартные алгоритмы решения типовых задач надежности устройств и систем.
:
Результаты обучения: системы с позиции метода структурных схем; определять основные направления совершенствования надежности элементов и систем; самостоятельно работать с технической литературой при решении конкретных задач надежности. использовать прикладные программы по моделированию и расчету надежности элементов и систем; использовать стандартные алгоритмы решения типовых задач надежности устройств и систем.

ПК-6.3: владеет навыками анализа химико-технологических систем с позиции надежности; навыками определять надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов и их характеристики навыками составления уравнений для расчета надежности систем.

:
 Результаты обучения: анализа химико-технологических систем с позиции надежности; навыками определять надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов и их характеристики навыками составления уравнений для расчета надежности систем.

4. СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ И ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Форма контроля (Наименование оценочного средства)
	Раздел 1.				
1.1	Общие понятия. Цели и задачи моделирования. Классификация моделей. /Лек/	7	1		
1.2	Физическое моделирование. Достоинства метода физического моделирования. Недостатки метода физического моделирования. /Лек/	7	1		
1.3	Математическое моделирование. Методы составления математических моделей. /Лек/	7	1		
1.4	Экспериментально - аналитический метод. Теоретический метод. Сопоставление методов построения математических моделей. /Лек/	7	1		
1.5	Эмпирический метод. Недостатки. Общая оценка экспериментальных методов. /Лек/	7	1		
1.6	Достоверность и простота модели. Решение уравнений математического описания. Проверка адекватности и идентификация модели. Выбор математической модели. /Лек/	7	1		
1.7	Эмпирические формулы. Вводные замечания. Линейная зависимость. Метод выравнивания (замены переменных). /Лек/	7	1		
1.8	Метод наименьших квадратов. Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. /Лек/	7	1		
1.9	Разделение переменных. Линейные уравнения первого порядка. Приближённое решение обыкновенных дифференциальных уравнений. /Лек/	7	1		
1.10	Приближённое решение дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Метод Галёркина /Лек/	7	1		
1.11	Метод конечных разностей. Метод сеток для уравнения теплопроводности. /Лек/	7	1		
1.12	Метод малого параметра (возмущений). /Лек/	7	1		
1.13	Постановка краевых задач. Выбор системы координат. Основные уравнения. Граничные условия. Способы снижения размерности краевых задач. /Лек/	7	2		
1.14	Примеры постановки и решения краевых задач. Валковое течение вязкой жидкости (теория Гаскелла). Анализ решения. /Лек/	7	2		
1.15	Использование среды «Маткад» для анализа математических моделей. Особенности анализа математических моделей химико-технологических процессов. Варьируемые и не варьируемые параметры задачи. Идентификаторы. /Лаб/	7	8		
1.16	Математическое моделирование гидродинамических процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии /Лаб/	7	8		
1.17	Математическое моделирование теплообменных процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии /Лаб/	7	8		
1.18	Математическое моделирование массообменных процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии /Лаб/	7	8		
1.19	Семестровая работа. Согласно индивидуальному заданию /Ср/	7	60		

1.20	Экзамен /Экзамен/	7	36		
------	-------------------	---	----	--	--

Примечание. Формы контроля: Эк – экзамен, К- контрольная работа, Ко- контрольный опрос, Сз- семестровое задание, З-зачет, ОП -отчет по практике.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства планируемых результатов обучения представлены в виде фондов оценочных средств (ФОС), разработанных в соответствии с локальным нормативным актом университета. ФОС может быть представлен в Приложении к рабочей программе.

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

Компетенции, реализуемые при освоении дисциплины:

ПК-5.1: знать принципы осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции

ПК-6.1: знает состояние и перспективы развития методов прогнозирования, расчета и повышения надежности в стране и в мире, теоретические основы теории надежности технических систем; характерные схемы и принципы расчета надежности химического оборудования.

основные термины используемые в дисциплине, параметры и показатели, характеризующие надежность, методы расчета надежности сложных химико-технологических систем, методы решения задач по определению оптимальных значения надежности оборудования, экспериментальные методы определения надежности.

ПК-2.1: знает принципы осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции

ПК-4.1: знать технологический процесс, состав оборудования и структуру химических производств; принципы разработки технологических схем и схем автоматизации;

методы выбора типового расчета и конструирования нестандартного оборудования; нормы и порядок проектирования химических производств;

последовательность, состав и содержание проектной документации.

ПК-4.2: умеет работать с литературными источниками, стандартами и технической документацией по направлению;

выбирать тип, характеристику здания (помещения) для проектируемого производства;

разрабатывать принципиальные технологические схемы, схемы автоматизации, осуществлять компоновку оборудования;

выполнять проектную документацию с использованием прикладных программ;

ПК-5.2: уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

совершенствовать технологический процесс с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду;

использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования.

ПК-6.2: умеет анализировать системы с позиции метода структурных схем; определять основные направления совершенствования надежности элементов и систем;

самостоятельно работать с технической литературой при решении конкретных задач надежности. использовать прикладные программы по моделированию и расчету надежности элементов и систем; использовать стандартные алгоритмы решения типовых задач надежности устройств и систем.

ПК-2.3: владеет приемами конструирования оборудования и отдельных его узлов и деталей с использованием систем автоматизированного проектирования.

ПК-4.3: владеет методами анализа эффективности проектируемых производств на основе моделирования и расчета сырьевых, энергетических и производственных потоков; проектирования простых технологических узлов; выполнения монтажно-технологической обвязки оборудования;

ПК-6.3: владеет навыками анализа химико-технологических систем с позиции надежности;

навыками определять надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов и их характеристики

навыками составления уравнений для расчета надежности систем.

ПК-5.3: владеть методами экологического мониторинга среды

Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает типовые расчетные задания, задания для контрольных, лабораторных работ, задания в тестовой форме вопросы к зачёту. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Используемые формы текущего контроля: контрольные работы; аудиторные самостоятельные работы; типовые расчетные задания; лабораторные работы; устный опрос; устное сообщение; тестирование.

Вопросы к зачету:

1. Моделирование многостадийных процессов. Составление модели для одной ступени процесса. Уравнения материального и теплового баланса. Равновесие фаз. Схема модели ступени и объединённая модель процесса экстракции.

2. Операторно-символическая модель. Свойства моделей и критерий эффективности. Методы решения уравнений и виды связей между отдельными стадиями. Корректировка уравнений для обеспечения возможности их решения.

3. Использование методов корреляционного и регрессионного анализа для решения задач моделирования.

4. Моделирование проточного аппарата идеального смешения. Модель кинетики обратимой химической реакции.

Учёт теплового эффекта реакций. Охлаждение реакционной смеси.

5. Основные сведения о математическом моделировании. Моделирование как метод познания, создания и совершенствования различных объектов и систем. Физическое и математическое моделирование.
6. Операторно-символическая математическая модель. Структура технологических связей в модели ХТС. Степень свободы ХТС. Понятие об информационных переменных.
 - i. Поточковые графы и методика их построения.
 - ii. Нейрокомпьютеры и нейроплаты. Постановка задачи моделирования. Программное обеспечение и нейроплаты для современных нейрокомпьютеров. Моделирование систем с сосредоточенными параметрами.
7. Принципы математического моделирования. Классификация и структура моделей. Виды моделей. Постановка задачи. Теоретический анализ и выбор фундаментальных законов функционирования. Создание детерминированных математических моделей.
8. Разработка стратегии решения систем уравнений математической модели с помощью двудольных графов.
9. Численное решение алгебраических и трансцендентных уравнений с помощью итерационных методов.
10. Принципы установления соответствия моделей реальным объектам
11. Моделирование явлений фазового равновесия. Модель кипения. Моделирование перегонки смесей. Принцип действия тепловых труб.
12. Регламентированные и оптимизирующие информационные переменные. Критерий эффективности ХТС.
13. Моделирование движения газа по трубопроводу с обменом энергией с окружающей средой.
14. Создание математических моделей экспериментальными методами. Уравнения моделей.
 - a. Анализ математического описания для подтверждения его адекватности реальному процессу. Статистические критерии соответствия моделей реальным объектам.
15. Отображение химико-технологических схем с помощью потоковых графов. Двудольные информационные графы, построение и их свойства.
16. Основные положения теории синтеза и анализа химико-технологических систем как одного из видов моделирования. Обобщённая форма моделей. Использование моделей при проектировании и эксплуатации систем. Анализ, оптимизация и синтез моделей и систем.
17. Модель проточной гидравлической ёмкости. Модель перемешивания компонентов. Уравнения описания состояния газовой фазы.
18. Представление топологической модели ХТС в виде графов. Ориентированный и неориентированный граф, их свойства
19. Моделирование конденсации многокомпонентной смеси. Моделирование систем с рассредоточенными параметрами.
20. Модель проточного реактора в случае сложного взаимодействия компонентов. Общий вид модели. Анализ исходных веществ и продуктов реакции с учётом их фазового состояния. Составление структурной схемы получения основного продукта.
21. Моделирование разделения газовой смеси. Уравнения массопередачи и материального баланса для компонентов смеси. Структура модели.
22. Моделирование противоточного теплообменника. Составление уравнений теплового баланса. Схема модели.
23. Подогрев и охлаждение через рубашку аппарата для постоянной и переменной поверхности теплообмена.
24. Свойства разрешимости систем уравнений относительно информационных переменных. Алгоритмы оптимальной стратегии решения систем уравнений математической модели. Декомпозиция структуры математической модели на строго соподчинённые системы уравнений.
25. Использование метода конечных элементов и метода конечных разностей для решения задач численного моделирования
26. Определение корней нелинейного уравнения при решении уравнений математических моделей.
27. Принципы математического моделирования. Классификация и структура моделей. Виды моделей. Постановка задачи. Теоретический анализ и выбор фундаментальных законов функционирования. Создание детерминированных математических моделей.
28. Создание математических моделей экспериментальными методами. Уравнения моделей.
29. Операторно-символическая математическая модель. Структура технологических связей в модели ХТС. Степень свободы ХТС. Понятие об информационных переменных.
30. Моделирование движения газа по трубопроводу с обменом энергией с окружающей средой.
31. Операторно-символическая модель. Свойства моделей и критерии эффективности. Методы решения уравнений и виды связей между отдельными стадиями. Корректировка уравнений для обеспечения возможности их решения
32. Основные положения теории синтеза и анализа химико-технологических систем как одного из видов моделирования. Обобщённая форма моделей. Использование моделей при проектировании и эксплуатации систем. Анализ, оптимизация и синтез моделей и систем.
33. Численное решение алгебраических и трансцендентных уравнений с помощью итерационных методов.
34. Анализ математического описания для подтверждения его адекватности реальному процессу. Статистические критерии соответствия моделей реальным объектам.
35. Моделирование многостадийных процессов. Составление модели для одной ступени процесса. Уравнения материального и теплового баланса. Равновесие фаз. Схема модели ступени и объединённая модель процесса экстракции.
36. Принципы установления соответствия моделей реальным объектам
37. Свойства разрешимости систем уравнений относительно информационных переменных. Алгоритмы оптимальной стратегии решения систем уравнений математической модели. Декомпозиция структуры математической модели на строго соподчинённые системы уравнений.
38. Использование методов корреляционного и регрессионного анализа для решения задач моделирования.

39. Регламентированные и оптимизирующие информационные переменные. Критерий эффективности ХТС.

В рамках освоения дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов» используются следующие критерии оценивания знаний студентов по оценочным средствам:

Студент в результате выполнения и сдачи оценочного средства может получить следующие оценки.

Отлично

Полностью и правильно выполнено, и оформлено задание.

При отчёте студент дал полные и правильные ответы на 90-100% задаваемых вопросов по теме работы.

Хорошо

Полностью и с небольшими неточностями выполнено и оформлено задание.

При отчёте студент дал не полные и с небольшими ошибками ответы на все задаваемые вопросы по теме работы или доля правильных ответов составила 70 – 89%.

Удовлетворительно

Не полностью и с ошибками выполнено и оформлено задание.

При отчёте студент дал не полные ответы и не на все задаваемые вопросы по теме работы. Доля правильных ответов составила 50 – 69%.

Неудовлетворительно

Студент не выполнил задание. Доля правильных ответов составила менее 50%.

Оценивание компетенций при изучении дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов»

Исходя из 100-балльной (пятибалльной) системы оценивания системы оценки успеваемости студентов, в ходе освоения изучаемой дисциплины студент получает итоговую оценку, по которой оценивается уровень освоения компетенций.

90-100 баллов (отлично) повышенный уровень

Студент демонстрирует сформированность компетенций на повышенном уровне, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

76-89 баллов (хорошо) базовый уровень

Студент демонстрирует сформированность дисциплинарной компетенций на базовом уровне: основные знания, умения и навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний, умений и навыков на новые, нестандартные ситуации.

61-75 баллов (удовлетворительно) пороговый уровень

Студент демонстрирует сформированность компетенций на пороговом уровне: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями, умениями и навыками при их переносе на новые ситуации

0-60 баллов (неудовлетворительно) уровень освоения компетенций ниже порогового

Компетенции не сформированы. Проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

6.1. Рекомендуемая литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство,	Электронный адрес
Л.1	Хельтзе Х.-Д., Зиппл В., Роньян Р., Фолькерс Г	Молекулярное моделирование: теория и практика	Москва: Бином, 2009	
Л.2	Самойлов, Н. А.	Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов" [Электронный ресурс] : учебное пособие - https://e.lanbook.com/book/37356	СПб.: Лань, 2013	https://e.lanbook.com/book/37356

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронная библиотека ВПИ (филиал) ВолГТУ: http://library.volpi.ru/csp/library/StartPage.csp
Э2	Электронные учебно-методические комплексы ВПИ: http://umkd.volpi.ru/
Э3	http://library.volpi.ru
Э4	Электронно-библиотечная система «Лань» www.e.lanbook.com
Э5	Электронно-библиотечная система ВолГТУ http://library.vstu.ru
Э6	Бид ВИНТИ, база реферативных журналов по различным областям науки и техники, http://www2.viniti.ru/
Э7	Научная электронная библиотека eLibrary.ru http://elibrary.ru
Э8	Реферативная наукометрическая электронная база Scopus компании Elsevier http://scopus.com
Э9	Университетская информационная система УИС «Россия» http://uisrussia.msu.ru

Э10	КонсультантПлюс http:// www.consultant.ru/hs
Э11	Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам http://www.fips.ru
Э12	Электронная библиотека Российской национальной библиотеки http://leb.nir.ru/collections
6.3 Перечень программного обеспечения	
6.3.1.1	MS Windows Server Standard 2003
6.3.1.2	Подписка Microsoft Imagine Premium
6.3.1.3	ID df8605e9-c758-42d6-a856-ae0ba9714cc4
6.3.1.4	Сублицензионный договор № Tr000150654 от 07.07.2017г. (подписка на 2017-2018гг)
6.3.1.5	Сублицензионный договор № КИС-193-2016 от 25.04.2016г. (подписка на 2016-2017гг)
6.3.1.6	Сублицензионный договор № КИС-108-2015 от 07.04.2015г. (подписка на 2015-2016гг)
6.3.1.7	Сублицензионный договор № КИС-099-2014 от 08.04.2014г. (подписка на 2014-2015гг)
6.3.1.8	Сублицензионный договор № Tr018575 от 01.04.2013г. (подписка на 2013-2014гг)
6.3.1.9	MS Windows 7
6.3.1.1 0	Подписка Microsoft Imagine Premium
6.3.1.1 1	ID df8605e9-c758-42d6-a856-ae0ba9714cc4
6.3.1.1 2	Сублицензионный договор № Tr000150654 от 07.07.2017г. (подписка на 2017-2018гг)
6.3.1.1 3	Сублицензионный договор № КИС-193-2016 от 25.04.2016г. (подписка на 2016-2017гг)
6.3.1.1 4	Сублицензионный договор № КИС-108-2015 от 07.04.2015г. (подписка на 2015-2016гг)
6.3.1.1 5	Сублицензионный договор № КИС-099-2014 от 08.04.2014г. (подписка на 2014-2015гг)
6.3.1.1 6	Сублицензионный договор № Tr018575 от 01.04.2013г. (подписка на 2013-2014гг)
6.3.1.1 7	MS Office 2007 Лицензия №42095897 от 25.04.2007 (бессрочная)
6.3.1.1 8	MS Office 2003 Лицензия №41449069 от 25.04.2007 (бессрочная)
6.3.1.1 9	MS Visual Studio 2010
6.3.1.2 0	Подписка Microsoft Imagine Premium
6.3.1.2 1	ID df8605e9-c758-42d6-a856-ae0ba9714cc4
6.3.1.2 2	Сублицензионный договор № Tr000150654 от 07.07.2017г. (подписка на 2017-2018гг)
6.3.1.2 3	Сублицензионный договор № КИС-193-2016 от 25.04.2016г. (подписка на 2016-2017гг)
6.3.1.2 4	Сублицензионный договор № КИС-108-2015 от 07.04.2015г. (подписка на 2015-2016гг)
6.3.1.2 5	Сублицензионный договор № КИС-099-2014 от 08.04.2014г. (подписка на 2014-2015гг)
6.3.1.2 6	Сублицензионный договор № Tr018575 от 01.04.2013г. (подписка на 2013-2014гг)
6.3.1.2 7	CoDeSys 2.3 (свободное ПО https://www.codesys.com/the-system/licensing.html);
6.3.1.2 8	Codesys v3.4 (свободное ПО https://www.codesys.com/the-system/licensing.html);
6.3.1.2 9	VisSim 5.0 (демоверсия с ограничениями);
6.3.1.3 0	AutoCAD 2015
6.3.1.3 1	Свободная академическая лицензия

6.3.1.3 2	AVR Studio 4 (свободное ПО http://www.atmel.com/Images/as5installer-stable-5.1.208-readme.pdf);
6.3.1.3 3	LTspice IV (свободное ПО http://www.linear.com/designtools/software/#LTspice);
6.3.1.3 4	Keil uVision 4 (свободное ПО https://www.keil.com/download/license/);
6.3.1.3 5	STM32 ST-LINK Utility (свободное ПО http://www.st.com/en/development-tools/stsw-link004.html);
6.3.1.3 6	КОМПАС 12 LT (свободное ПО http://kompas.ru/source/pdf/license/2014_-_licenseKOMAS-3D-LT.pdf);
6.3.1.3 7	TRACE MODE 6 (свободное ПО http://www.adastra.ru/products/overview/licence/)
6.3.1.3 8	PC WORX Express (свободное ПО https://www.phoenixcontact.com)
6.3.1.3 9	Среды разработки
6.3.1.4 0	QT Creator https://info.qt.io/download-qt-for-application-development?hsCtaTracking=f6495db3-4dd2-4b8a-a3d6-13842d799e11%7C742da1e6-34a8-4094-9326-675804775cfe ;
6.3.1.4 1	Информационно-справочная система Гарант без ограничений Договор о взаимном сотрудничестве №43/35/2001С от 05.03.2001г.;
6.3.1.4 2	Информационно-справочная система Консультант-Плюс без ограничений Договор о сотрудничестве от 01.03.2004;
6.3.1.4 3	ИС Предприятие 7.7 Рег. номер 4401879;
6.3.1.4 4	Embarcadero RAD Studio 2009 Лицензия №110375
6.3.1.4 5	Акт приема-передачи №34 от 05.08.2010 г.
6.3.1.4 6	MS Visio Premium 2010
6.3.1.4 7	Подписка Microsoft Imagine Premium
6.3.1.4 8	ID df8605e9-c758-42d6-a856-ae0ba9714cc4
6.3.1.4 9	Сублицензионный договор № Tr000150654 от 07.07.2017г. (подписка на 2017-2018гг)
6.3.1.5 0	Сублицензионный договор № КИС-193-2016 от 25.04.2016г. (подписка на 2016-2017гг)
6.3.1.5 1	Сублицензионный договор № КИС-108-2015 от 07.04.2015г. (подписка на 2015-2016гг)
6.3.1.5 2	Сублицензионный договор № КИС-099-2014 от 08.04.2014г. (подписка на 2014-2015гг)
6.3.1.5 3	Сублицензионный договор № Tr018575 от 01.04.2013г. (подписка на 2013-2014гг)
6.3.1.5 4	Deductor Academic v5.2(свободное ПО для образовательных учреждений);
6.3.1.5 5	Gpg4win (2.2.6) свободное ПО https://www.gpg4win.org/ ;
6.3.1.5 6	Oracle VM Virtual Box 4.3.10 свободное ПО https://www.virtualbox.org/
6.3.1.5 7	PascalABC.Net свободное ПО http://pascalabc.net/ ;
6.3.1.5 8	OpenOffice 4.1.1. свободное ПО https://www.openoffice.org/ru/why/index.html
6.4 Перечень информационных справочных систем и электронных библиотечных систем (ЭБС)	
6.3.2.1	Электронно-библиотечная система "Лань": http://www.e.lanbook.com/
6.3.2.2	Электронная-библиотечная система ВолгГТУ: http://library.vstu.ru/
6.3.2.3	Поиск патентной информации http://www.fips1.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) /ОБОРУДОВАНИЕ	
7.1	Помещения для проведения лекционных, лабораторных занятий укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами для представления учебной информации студентам. Плазменная панель 42LG, 1 сервер
7.2	10 компьютеров
7.3	Компьютерная сеть с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)	
<p>Основными видами занятий по дисциплине являются аудиторные занятия: лекции и лабораторные занятия. Также предусмотрена самостоятельная работа.</p> <p>Правила и приемы конспектирования лекций Конспектирование лекций рекомендуется вести в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля (4-5 см) для дополнительных записей. В конспекте рекомендуется записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Названные в лекции, ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и использовать их. В конспекте дословно рекомендуется записывать только определения понятий, категорий и т.п. Иное изложенное лектором должно быть записано своими словами. Рекомендуется выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий. В конспект рекомендуется заносить всё, что преподаватель пишет на доске, а также рекомендуемые формулы, схемы, таблицы, диаграммы и т.д.</p> <p>Приемы работы с основной и дополнительной литературой</p> <p>Особое место среди видов самостоятельной работы занимает работа с литературой, являющаяся основным методом самостоятельного овладения знаниями. Изучение литературы - процесс сложный, требующий выработки определенных навыков. Поэтому важно научиться работать с книгой. Перечень и объем литературы, необходимой для изучения дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» определяются рабочей программой дисциплины и приведен в соответствующем разделе рабочей программы дисциплины.</p> <p>Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.</p> <p>Самоконтроль</p> <p>Самоконтроль знаний, полученных учащимися при изучении разделов (освоение теоретического материала, выполнение практических заданий) рекомендуется осуществлять с помощью оценочных средств «Контрольные вопросы» и «Тестовые вопросы», представленных в Фонде оценочных средств и в УЭМКД «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».</p> <p>Особенности учебно-методического обеспечения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов.</p> <p>Студенты с ограниченными возможностями здоровья имеют свои специфические особенности восприятия, переработки материала. Подбор и разработка учебных материалов для таких студентов производится с учетом того, чтобы предоставлять этот материал в различных формах так чтобы инвалиды с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально. Предусмотрено в случае необходимости создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей, альтернативную версию медиаконтента, возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, доступность управления контентом с клавиатуры.</p> <p>Особенности проведения текущей и промежуточной аттестации для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов</p> <p>Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации указанных обучающихся создаются фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Такие оценочные средства создаются по мере необходимости с учетом различных нозологий. При проведении текущей и промежуточной аттестации для указанных лиц предусмотрено включение в учебный процесс различных посредников, включая тьюторов и уполномоченных по делам инвалидов. Форма проведения текущей аттестации для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При необходимости таким студентам обеспечиваются соответствующие условия проведения занятий и аттестации, в том числе предоставляется дополнительное время для</p>	

подготовки ответа на зачете или экзамене.