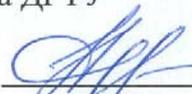


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

РЕКОМЕНДОВАНО
К УТВЕРЖДЕНИЮ:
Декан, председатель совета
Технологического факультета,


Подпись 18.09 2018 г. Абдухаликов З.А.
ФИО

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
председатель методического
совета ДГТУ


Подпись 14.10 2018 г. Суракатов Н.С.
ФИО

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина Моделирование химико-технологических процессов Б1.Б.18
наименование дисциплины по ООП и код по ФГОС
для направления 18.03.01 – Химическая технология
шифр и полное наименование направления (специальности)

по профилю « Химическая технология природных энергоносителей
и углеродных материалов »

факультет Технологический
наименование факультета, где ведется дисциплина

кафедра ХИМИИ
наименование кафедры, за которой закреплена дисциплина

Квалификация выпускника(степень) бакалавр
бакалавр (специалист)

Форма обучения очная, курс 4 семестр (ы) 8
очная, заочная, др. _

Всего трудоемкость в зачетных единицах (часах) 43ЕТ(144) ;

лекции 16 (час); экзамен 8(13ЕТ-36ч) ;
(семестр)

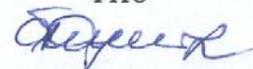
практические (семинарские) занятия 16 (час); зачет _____
(семестр)

лабораторные занятия _____ (час); самостоятельная работа 76 (час);

курсовой проект (работа, РГР) _____ (семестр).

Зав. кафедрой _____ Абакаров Г.М.
подпись _____ ФИО

Начальник УО _____ Магомаева Э.В.
подпись _____ ФИО



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ООП ВО по направлению профилю подготовки 18.03.01 – Химическая технология, «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры

от 24.04.18 года, протокол № 8.

Зав. выпускающей кафедрой по данному направлению


подпись

Абакаров Г.М.
ФИО

ОДОБРЕНО:

Методической комиссией по
укрупненной группе
специальностей и направлений
18.00.00 – Химические технологии
шифр и полное наименование

Специальности

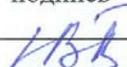
Председатель МК

 Абакаров Г.М.
Подпись, ФИО

«14» 09 2018

АВТОРЫ(Ы) ПРОГРАММЫ:

Пиняскин В.В. к.х.н., доцент
ФИО уч. степень, ученое звание,
подпись



1. Цели освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины **Моделирование химико-технологических процессов** являются

Основной целью образования по дисциплине освоение студентами направления подготовки 18.03.01 - «Химическая технология» вопросов моделирования и оптимизации сложных химико-технологических процессов, которые в свою очередь формируют профессиональный уровень бакалавра.

Задачей изучения дисциплины является подготовка студентов к творческому применению полученных знаний при создании новых и совершенствованию действующих технологических процессов.

обработка и интерпретация результатов лабораторных исследований и реальных процессов нефтеперерабатывающей, нефтехимической и газовой промышленности;

- получение студентами навыков корректной постановки задач химической технологии и их решение с помощью современных персональных компьютеров, реализации расчётных алгоритмов и интерпретации полученных результатов;

- освоение методов планирования и количественной обработки результатов физико-химического и технологического эксперимента;

- исследование химико-технологических процессов методами математического моделирования с применением вычислительной техники и их оптимизации, основами математического моделирования технологических процессов.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Учебный курс «Моделирование химико-технологических процессов» относится к базовой части учебного плана. В дальнейшем, приобретенные навыки понадобятся студенту при освоении специальных дисциплин, при курсовом и дипломном проектировании, в практической профессиональной деятельности.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины Моделирование химико-технологических процессов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2);
- способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать

- системный метод анализа технологических процессов;
- современные методы моделирования технологических процессов;
- методы оптимизации технологических процессов;
- методы дифференциального и интегрального исчисления, теорию дифференциальных уравнений для построения и анализа математических моделей явлений и технологических процессов;
- методы статистического анализа;
- основы информационных технологий;
- технические и программные средства.

уметь:

- применять основные положения системного метода для анализа и математического описания технологического процесса;
- правильно выбирать тот или иной метод моделирования в конкретных условиях;
- производить анализ модели с целью оптимизации параметров исследуемого процесса;
- применять методы моделирования для описания закономерностей технологических процессов;
- применять методы дифференциального исчисления для решения экстремальных задач, исследования поведения функций и решения нелинейных уравнений;
- применять интегральное исчисление для вычисления геометрических и физических характеристик объектов;
- строить и анализировать математические модели тепломассопереноса,
- разрабатывать алгоритмы и программы с использованием структурного подхода;
- использовать основные численные методы для решения инженерных задач;
- осуществлять корректное математическое описание физических и химических явлений технологических процессов;
- выполнять термохимические расчеты, расчеты химического равновесия, равновесия в растворах;

владеть:

- методами анализа и численными методами, вычислительной техникой при решении;
- прикладных задач в области профессиональной деятельности;
- основными физико-химическими расчетами химико-технологических процессов.

4. Структура и содержание дисциплины Моделирование химико-технологических процессов

4.1.Содержание дисциплины.

| № п/п | Раздел дисциплины Тема лекции и вопросы | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | Формы текущего* контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре) Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|----------|--|---------|-----------------|--|----|----|-----|---|
| | | | | ЛК | ПЗ | ЛР | СРС | |
| 1 | <p>Лекция 1</p> <p>Тема: Методы моделирования и области их применения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Математическая модель. Параметры модели. 2. Прямая и обратная задачи. 3. Особенности численного (компьютерного) моделирования. Виды и цели математического моделирования. 4. Обработка данных эксперимента как решение обратной задачи математического моделирования. 5. Имитационное моделирование (вычислительный эксперимент).* | 8 | 1 | 2 | 2 | | 10 | Вх. КР |

| | | | | | | | | |
|---|--|--|---|---|---|--|----|--|
| 2 | <p style="text-align: center;">Лекция 2</p> <p>Тема: Основные понятия и определения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основы классификация методов исследований. 2. Кибернетика. Управление. Система, объект, процесс. 3. Составление и решению дифференциальных уравнений, описывающих процессы химической технологии. 4. Структурные схемы объектов химической технологии. * | | 2 | 2 | 2 | | 10 | |
| 3 | <p style="text-align: center;">Лекция 3</p> <p>Тема: Общие принципы и этапы построения математической модели</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Общие принципы анализа типовых технологических процессов. 2. Общие принципы построения модели процесса. 3. Системный анализ процессов химической технологии. 4. Блочный принцип описания объекта исследований. Классификация математических моделей. 5. Схема построения математических моделей процессов химической технологии. 6. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция.* | | 3 | 2 | 2 | | 10 | |
| 4 | <p style="text-align: center;">Лекция 4</p> <p>Тема: Математическое описание процессов химического превращения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные понятия химической кинетики. | | 4 | 2 | 2 | | 10 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|----|----------------|
| | <p>2. Особенности гетерогенных химических процессов.</p> <p>3. Методы определения кинетических характеристик химических реакций.</p> <p>4. Построение кинетических моделей *</p> | | | | | | |
| 5 | <p>Лекция 5</p> <p>Тема: Математическое описание процессов перемещения веществ</p> <p>1. Модели структуры потоков.</p> <p>2. Модель идеального перемешивания.</p> <p>3. Модель идеального вытеснения.</p> <p>4. Диффузионная модель.</p> <p>5. Передаточная функция объекта с полузамкнутым каналом и структурой потока, соответствующей диффузионной модели.</p> <p>6. Ячеечная модель.</p> <p>7. Комбинированные модели*</p> | 5 | 2 | 2 | | 10 | Аттест. КР1 |
| 6 | <p>Лекция 6</p> <p>Тема: Математические модели химических реакторов</p> <p>1. Характеристика химических реакторов.</p> <p>2. Математические модели химических реакторов идеального перемешивания и идеального вытеснения.</p> <p>3. Сравнение химических реакторов идеального перемешивания и идеального вытеснения.</p> | 6 | 2 | 2 | | 10 | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|---|-----------|-----------|--|-----------|------------------------------|
| | 4. Математическая модель каскада реакторов идеального перемешивания. * | | | | | | | |
| 7 | <p>Лекция 7</p> <p>Тема: <i>Математические модели некоторых теплообменных и абсорбционных аппаратов</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Математические модели простейших типов теплообменных аппаратов. 2. Математическая модель противоточного теплообменника с сосредоточенными параметрами. 3. Математическая модель противоточного абсорбционного аппарата.* | | 7 | 2 | 2 | | 10 | Аттест. КРЗ |
| 8 | <p>Лекция 8</p> <p>Тема: <i>Статистические математические модели</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация и общий вид уравнений статистических моделей. 2. Статистические модели объектов на основе пассивного и активного эксперимента (полный и дробный факторный эксперимент). 3. Статистические модели области оптимума объекта исследования* | | 8 | 2 | 2 | | 6 | |
| | Итого | | | 16 | 16 | | 76 | Экзамен (13ЕТ-36) |

7.2. Содержание практических занятий

| № п/п | № лекции из рабочей программы | Наименование практических работы | Кол-во Часов | Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы) |
|-------|-------------------------------|---|--------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 1, 2 | Составление модели проведения химического эксперимента | 2 | |
| 2 | 5, 6 | Составление модели реактора идеального перемешивания при использовании дифференциального уравнения. | 2 | [2,4] |
| 3 | 5, 6 | Составление модели перемешивания твердых частиц в аппарате КС при использовании дифференциального уравнения с частными производными. | 2 | [2] |
| 4 | 7 | Применение метода конечных разностей для решения тепловых химико-технологических задач. | 2 | [1] |
| 5 | 1 | Основные сведения о Mathcad: Алгебраические вычисления. Дифференцирование, Интегрирование | 2 | [3] |
| 6 | 1 | Нелинейные алгебраические уравнения. Линейная алгебра. Системы линейных уравнений | 2 | [2,4] |
| 7 | 1, 3, 5, 6 | Обыкновенные дифференциальные уравнения: динамические системы. Дифференциальные уравнения в частных производных. Статистика Интерполяция и регрессия. Спектральный анализ. | 2 | [2,4] |
| 8 | 1, 3, 5, 6 | Основы графической визуализации вычислений в MatLab. Пользовательский интерфейс MatLab. Обычная графика MatLab. Специальная графика. Операторы и функции. Специальные математические функции. | 2 | [2,4] |
| | | ИТОГО | 16 | |

4.3 Тематика для самостоятельной работы студента

| № п/п | Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения | Количество часов из содержания дисциплины | Рекомендуемая литература и источники информации | Формы контроля СРС |
|-------|---|---|---|--------------------|
| 1 | Имитационное моделирование (вычислительный эксперимент) | 10 | [1,9] | КР |
| 2 | Структурные схемы объектов химической технологии | 10 | [3,6] | КР |
| 3 | Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция | 10 | [3] | КР |
| 4 | Построение кинетических моделей | 10 | [3,6] | КР |
| 5 | Комбинированные модели | 10 | [3,6] | КР |
| 6 | Математическая модель каскада реакторов идеального перемешивания | 10 | [3,6] | КР |
| 7 | Математическая модель противоточного абсорбционного аппарата | 10 | [3,6] | КР |
| 8 | Статистические модели области оптимума объекта исследования | 6 | [3,6] | КР |
| | ИТОГО | 76 | | |

5. Образовательные технологии

Основными видами обучения студентов являются лекции и лабораторные занятия в дисплейном классе и самостоятельная работа студентов.

При чтении лекций особое внимание следует уделить отбору материала, логике его следования в рамках дисциплины, формированию понятийного аппарата. В процессе работы преподавателю следует широко использовать мультимедийную технику, демонстрировать не только статичные иллюстрационные материалы, но и вносить в учебный процесс элементы непосредственно компьютерного моделирования, обсуждая с аудиторией его ход и результаты.

Практикум ориентируется на формирование у студентов устойчивых навыков работы с программным обеспечением общего назначения и средствами разработки программ под контролем преподавателя. Необходимо, чтобы студенты самостоятельно реализовывали на ЭВМ выданные преподавателем задания, учились самостоятельно принимать различные организационные решения, в том числе по организации данных и хранению информации на ЭВМ. Важно, чтобы результаты каждой лабораторной работы оформлялись в соответствии с установленными требованиями и сохранялись студентами до завершения всего курса.

Самостоятельная работа студента ориентирована на работу дома, в библиотеке, в классах ПЭВМ вычислительной лаборатории факультета. Студенты должны систематически работать с учебной литературой, конспектами лекций, с материалами Интернет. Оценка самостоятельной работы студента должна быть составной частью итоговой оценки знаний студента по данной дисциплине.

Удельный вес занятий проводимых в интерактивной форме составляет не менее 20% аудиторных занятий (6ч)

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

ФОНД КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Перечень вопросов для входной контрольной работы

1. Понятие информации.
2. Единицы измерения информации. Бит, байт.
3. Устройства для хранения информации
4. Носители информации
5. Персональный компьютер. Его основные части.
6. Понятие о системах счисления
7. Алгоритм и его назначение
8. Периферийные устройства
9. Кодирование информации
10. Интернет
11. Классификация ЭВМ
12. Интерфейс
13. Типы мониторов
14. Типы принтеров
15. Устройства управления курсором

***Перечень вопросов для 1–ой текущей аттестационной
контрольной работы***

1. При интерполяции данных в начале интервала используется
2. При интерполяции данных в конце интервала используется
3. При интерполяции данных в середине интервала используется
4. Приближенное определение значений внутри интервала данных называется
5. Приближенное определение значений вне интервала данных называется
6. К методам численного интегрирования относятся
7. К методам численного дифференцирования относятся
8. При деление интервала на одинаковое количество отрезков при численном интегрировании более точным является
9. При численном дифференцировании более точным является
10. Какие ошибки не входят в классификацию ошибок эксперимента

***Перечень вопросов для 2–ой текущей аттестационной
контрольной работы***

1. Какие ошибки эксперимента нельзя устранить
2. Среднее значение случайной величины называется
3. Среднеквадратичное отклонение
4. Критерий определения тесноты связи между данными
5. Какие значения может принимать коэффициент корреляции
6. Корреляционная зависимость при $r=0.8$
7. Какие характеристики не относятся к статистическим
8. Определение зависимости между данными в виде функции называется
9. Метод наименьших квадратов используется при
10. Что определяет критерий Стьюдента
11. Что определяет критерий Фишера
12. Значимость коэффициентов регрессии определяется
13. Случайную величину в результате опыта предсказать
14. Методы оптимизация
15. Метод планирования эксперимента определяет корреляционную зависимость
16. Количество опытов в ПФЭ при 2 уровнях и 3 факторах
17. Количество опытов в ПФЭ при 3 уровнях и 3 факторах
18. Коэффициент регрессии является значимым, если расчетное значение критерия
19. Уравнение регрессии адекватно описывает экспериментальные данные, если
20. Исключение незначимых оценок коэффициентов уравнений, полученных по результатам планов ПФЭ.
21. Определение доверительной ошибки среднего результата.

**Перечень вопросов для 3–ой текущей аттестационной
контрольной работы**

1. Коэффициент корреляции определяет связь
2. Для обратной зависимости коэффициент корреляции
3. При оптимизации процесса используется
4. Уравнение регрессии имеет максимум, если вторая производная в точке экстремума
5. Уравнение регрессии имеет минимум, если вторая производная в точке экстремума
6. При оптимизации функции с ограничениями используется метод
7. Дисперсия не случайной величины равна
8. Проверка однородности наблюдений определяется
9. Грубые ошибки отсеиваются на основании
10. Анализ значимости оценок коэффициентов уравнения.
11. Методы решения нелинейных уравнений
12. При оптимизации целевой функции с ограничениями используется метод
13. В каких случаях количество опытов минимально
14. Задача дисперсионного анализа
15. При определении коэффициентов полиномиального уравнения регрессии по МНК используется
16. Градиентные методы оптимизации
17. Методы определения коэффициентов регрессии
18. Генеральная выборка или совокупность это
19. Пакеты, которые используются при обработке экспериментальных данных
20. Методы оптимизация

Вопросы для проверки остаточных знаний

1. Моделирование. Виды и цели математического моделирования.
2. Общие понятия об интерполировании.
3. Среднее значение случайной величины называется
4. Среднеквадратичное отклонение
5. Критерий определения тесноты связи между данными
6. Какие значения может принимать коэффициент корреляции
7. Корреляционная зависимость при $r=0.8$
8. Какие характеристики не относятся к статистическим
9. Определение зависимости между данными в виде функции называется
10. Метод наименьших квадратов используется при
11. При интерполяции данных в конце интервала используется
12. При интерполяции данных в середине интервала используется
13. Приближенное определение значений внутри интервала данных называется
14. Приближенное определение значений вне интервала данных называется
15. К методам численного интегрирования относятся
16. К методам численного дифференцирования относятся
17. При делении интервала на одинаковое количество отрезков при численном интегрировании более точным является
18. Методы определения коэффициентов регрессии
19. Генеральная выборка или совокупность это
20. Пакеты, которые используются при обработке экспериментальных данных

Вопросы к экзамену

1. При интерполяции данных в начале интервала используется
2. При интерполяции данных в конце интервала используется
3. При интерполяции данных в середине интервала используется
4. Приближенное определение значений внутри интервала данных называется
5. Приближенное определение значений вне интервала данных называется
6. К методам численного интегрирования относятся
7. К методам численного дифференцирования относятся
8. При деление интервала на одинаковое количество отрезков при численном интегрировании более точным является
9. При численном дифференцировании более точным является
10. Какие ошибки не входят в классификацию ошибок эксперимента
11. Какие ошибки эксперимента нельзя устранить
12. Среднее значение случайной величины называется
13. Среднеквадратичное отклонение
14. Критерий определения тесноты связи между данными
15. Какие значения может принимать коэффициент корреляции
16. Корреляционная зависимость при $r=0.8$
17. Какие характеристики не относятся к статистическим
18. Определение зависимости между данными в виде функции называется
19. Метод наименьших квадратов используется при
20. Что определяет критерий Стьюдента
21. Что определяет критерий Фишера
22. Значимость коэффициентов регрессии определяется
23. Случайную величину в результате опыта предсказать
24. Методы оптимизация
25. Метод планирования эксперимента определяет корреляционную зависимость
26. Количество опытов в ПФЭ при 2 уровнях и 3 факторах
27. Количество опытов в ПФЭ при 3 уровнях и 3 факторах
28. Коэффициент регрессии является значимым, если расчетное значение критерия
29. Уравнение регрессии адекватно описывает экспериментальные данные, если
30. Исключение незначимых оценок коэффициентов уравнений, полученных по результатам планов ПФЭ.
31. Определение доверительной ошибки среднего результата.
32. Коэффициент корреляции определяет связь
33. Для обратной зависимости коэффициент корреляции
34. При оптимизации процесса используется
35. Уравнение регрессии имеет максимум, если вторая производная в точке экстремума
36. Уравнение регрессии имеет минимум, если вторая производная в точке экстремума
37. При оптимизации функции с ограничениями используется метод

38. Дисперсия не случайной величины равна
39. Проверка однородности наблюдений определяется
40. Грубые ошибки отсеиваются на основании
41. Анализ значимости оценок коэффициентов уравнения.
42. Методы решения нелинейных уравнений
43. При оптимизации целевой функции с ограничениями используется метод
44. В каких случаях количество опытов минимально
45. Задача дисперсионного анализа
46. При определении коэффициентов полиномиального уравнения регрессии по МНК используется
47. Градиентные методы оптимизации
48. Методы определения коэффициентов регрессии
49. Генеральная выборка или совокупность это
50. Пакеты, которые используются при обработке экспериментальных данных
51. Методы оптимизация

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины: основная литература, дополнительная литература: программное обеспечение и Интернет-ресурсы следует привести в табличной форме .

Рекомендуемая литература и источники информации (основная и дополнительная)

| № п/п | Виды занятий | Необходимая учебная, учебно-методическая (основная и дополнительная) литература, программное обеспечение и Интернет ресурсы | Авторы | Издат и год издания | Кол-во изданий | |
|----------------------------|--------------|---|--|-------------------------------|----------------|------------|
| | | | | | В библиотеке | на кафедре |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| И . О С Н О В Н А Я | | | | | | |
| 1 | Пз,лк, срс | Математическое моделирование основных процессов химических производств | Кафаров В.В., Глебов М.Б. | М. :Высшая школа,1991. -400с. | 50 | 5 |
| 2 | Пз, ЛК, срс | Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: Учебное пособие для вузов | Гартман Т.Н., Клушин Д.В. | М.:ИКЦ «Академкнига», 2006 | 70 | 10 |
| 3 | Пз, срс | Математическое моделирование химико-технологических процессов. Лабораторный практикум. Часть 1. | Кравцов А.В., Ушева Н.В., Кузьменко Е.А., Фёдоров А.Ф. | Томск., 2006 | 50 | 11 |
| 4 | | Планирование эксперимента при поиске оптимальных | Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. | М.: Из-во "Наука", | 20 | 2 |

| | | | | | | |
|---|------------|--|---|--|--|--------|
| | | условий | Грановский | | | |
| II. Д О П О Л Н И Т Е Л Ь Н А Я | | | | | | |
| 5 | ПЗ, срс | Введение в моделирование химико-технологических процессов | <i>Закгейм А.Ю.</i> | М.: Химия. 1982. | 40 | 1 |
| 6 | ПЗ,ср с | Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. | <i>Ахназарова С.Л., Кафаров В.В</i> | М.: Высшая школа. 1985 | 20 | 1 |
| 7 | ПЗ,ср с | Методы оптимизации в химической технологии | Бояринов А.И., Кафаров В.В | М.: Химия, 1969 | 50 | 7 |
| III. М Е Т О Д И Ч Е С К И Е Р А З Р А Б О Т К И | | | | | | |
| 8 | ПЗ,ср с | Моделирование химико-технологических процессов . | Пиняскин <i>В.В.</i> | ДГТУ, 2014 | 30 | 3 |
| ЭЛЕКТРОННЫЕ ИЗДАНИЯ | | | | | | |
| 9 | Лб,срс | Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие. | Гумеров, А.М. | — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 176 с. | ЭБС «Лань» : https://e.lanbook.com/book/41014 | Лб,срс |
| 10 | Лб,срс | Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие | Н.В. Ушева, О.Е. Мойзес, О.Е. Митянина, Е.А. Кузьменко. | — Томск : ТПУ, 2014. — 135 с. | ЭБС «Лань» : https://e.lanbook.com/book/62934 | Лб,срс |
| 11 | Лб,срс | Моделирование инженерных систем и технологических процессов : учебное пособие . | П.Д. Челышков, А.В. Дорошенко, А.А. Волков. | /— Москва : МИСИ – МГСУ, 2017. — 64 с. | ЭБС «Лань» : https://e.lanbook.com/book/117537 | Лб,срс |

Зав. библиотекой _____

| Адрес | Интернет ресурс |
|---|--|
| http://site.ebrary.com/lib/mrsu | Электронная библиотека ebrary's Academic Complete |
| http://www.oecdilibrary.org/oecd/ | Электронная библиотека OECD iLibrary |
| http://www.edulib.ru | Центральная библиотека образовательных ресурсов (ЦБОР) |
| http://www.csrs.ru/gost/gost.htm | Online доступ к государственным стандартам |
| http://www.inion.ru/product/db.htm | Базы данных ИНИОН |
| www.chemnet.ru | Библиографическая база данных по химии |

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс, локальная сеть с доступом в Интернет, проектор.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ООП ВО по направлению профилю подготовки 18.03.01 – Химическая технология, «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

Рецензент от выпускающей кафедры по направлению 18.03.01 – Химическая технология


Подпись,

Султанов Ю.М.
ФИО