

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Системы управления химико-технологическими процессами**

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Профиль/программа подготовки: технология и переработка полимеров

Уровень высшего образования: прикладной бакалавриат

Форма обучения: заочная

| Семестр      | Трудоемкость<br>зач. ед./ час. | Лекции,<br>час. | Практич.<br>занятия,<br>час. | Лаборат.<br>работы,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма промежуточной<br>аттестации<br>(экзамен/зачет/зачет с<br>оценкой) |
|--------------|--------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|---|
| 9            | 5/180                          | 8               | -                            | 12                          | 133          | Экзамен (27), КР  |
| <b>Итого</b> | <b>5/180</b>                   | <b>8</b>        | <b>-</b>                     | <b>12</b>                   | <b>133</b>   | <b>Экзамен (27), КР</b>   |

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** освоения дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» является научить студентов:

- Анализировать свойства технологических объектов управления.
- Формулировать требования их автоматизации.
- Читать схемы автоматизации производственных процессов.
- Выбирать простейшие средства автоматизированного контроля и управления.

### **Задачи освоения дисциплины.**

В процессе изучения дисциплины студент должен освоить:

- Основные понятия управления технологическими процессами.
- Основы теории автоматического регулирования и управления.
- Принципы построения и функционирования автоматических систем регулирования: переходные процессы, запаздывание систем регулирования, основные законы регулирования, релейное регулирование.
- Диагностику химико-технологических процессов, методы и средства диагностики: государственная система приборов, элементы метрологии, контроль основных технологических параметров.
- Основы проектирования автоматических систем управления.
- Типовые функциональные схемы автоматического управления.

В программе предусмотрено выполнение курсовой работы, что обеспечивает возможность проявить творческий потенциал каждому студенту.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Системы управления химико-технологическими процессами» входит в базовую часть.

Пререквизиты дисциплины:

- Математика.
- Информатика.
- Процессы и аппараты химической технологии.
- Общая химическая технология.
- Моделирование ХТП.



|     |  |          |    |          |   |           |            |               |                         |
|-----|--|----------|----|----------|---|-----------|------------|---------------|-------------------------|
| 1   | Основные понятия и принципы управления                     | 9        | 19 |          |   |           | 20         |               |                         |
| 2   | Основы теории автоматического управления                   | 9        |    |          |   |           | 53         |               |                         |
| 2.1 | Структурная схема АСР                                      |          | 19 |          |   | 4         |            |               |                         |
| 2.2 | Динамический анализ. Передаточные функции                  |          | 19 |          |   |           |            | 4/100%        | Рейтинг-контроль № 1    |
| 2.3 | Частотный метод исследования АСР                           |          | 19 |          |   |           |            |               |                         |
| 2.4 | Типовые динамические звенья                                |          | 20 |          |   |           |            |               |                         |
| 2.5 | Законы регулирования                                       |          | 20 | 2        |   | 4         |            | 4/67%         |                         |
| 2.6 | Регулирующие органы, исполнительные механизмы, датчики АСР |          | 20 | 2        |   |           |            |               | Рейтинг-контроль № 2    |
| 2.7 | Технологический процесс как объект управления              |          | 21 | 2        |   |           |            |               |                         |
| 2.8 | Устойчивость АСР.  |          | 21 |          |   |           |            |               |                         |
| 3   | Диагностика химико-технологических процессов               | 9        | 22 | 2        |   | 4         | 25         | 4/67%         | Рейтинг-контроль № 3    |
| 4   | Основы проектирования СУ                                   | 9        | 22 |          |   |           | 35         |               |                         |
|     | <b>Всего за 9-й семестр:</b>                               |          |    | <b>8</b> |   | <b>12</b> | <b>133</b> | <b>12/60%</b> | <b>Экзамен (27), КР</b> |
|     | Наличие в дисциплине КП/КР                                 | <b>9</b> |    |          | + |           |            |               |                         |
|     | <b>Итого по дисциплине</b>                                 |          |    | <b>8</b> |   | <b>12</b> | <b>133</b> | <b>12/60%</b> | <b>Экзамен (27), КР</b> |

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Раздел 1 Основные понятия и принципы управления

**Содержание.** Понятие автоматизации производственных процессов, основные функции систем управления (СУ), элементы СУ, реализующие эти функции. Понятие о системе автоматического контроля. Задачи, решаемые СУ на примере непрерывного технологического процесса. Основные принципы управления: разомкнутое, управление по возмущению, управление по отклонению. Основные виды алгоритмов функционирования: стабилизация, программное управление, следящие системы, оптимальное управление.

#### Раздел 2. Основы теории автоматического управления.

##### Тема 2.1.

**Содержание темы.** Структурная схема замкнутой АСР, ее элементы. Динамический анализ, задачи динамического анализа, классификация АСР по характеру воздействия регулятора на объект регулирования, показатели качества регулирования.

##### Тема 2.2.

**Содержание темы.** Передаточная функция АСР и ее элементов. Связь передаточной функции с кривой разгона. Нахождение передаточной функции по уравнению движения. Передаточные функции последовательно и параллельно соединенных звеньев. Передаточные функции разомкнутой и замкнутой АСР, передаточная функция по ошибке.

### **Тема 2.3.**

**Содержание темы.** Частотный метод исследования АСР и ее элементов. Частотные характеристики. Определение частотных характеристик.

### **Тема 2.4.**

**Содержание темы.** Типовые динамические звенья, их свойства, передаточные функции и частотные характеристики.

### **Тема 2.5.**

**Содержание.** Основные законы управления. Типы промышленных регуляторов. Релейное регулирование.

### **Тема 2.6.**

**Содержание темы.** Регулирующие органы и исполнительные механизмы. Датчики систем управления. Математические описания этих элементов.

### **Тема 2.7.**

**Содержание темы.** Технологический процесс как объект управления. Динамические и статические свойства ОУ. Создание математических описаний ОУ на основе обработки экспериментальной кривой разгона. Аналитический метод создания мат. описаний.

### **Тема 2.8.**

**Содержание темы.** Устойчивость системы управления как необходимое условие технической пригодности к промышленной эксплуатации. Критерии устойчивости, запасы устойчивости.

## **Раздел 3. Диагностика химико-технологических процессов**

**Содержание.** Основные измерительные схемы приборов автоматического контроля. Нормирующие преобразователи. Приборы для измерения температуры, давления. Методы и приборы для измерения уровня жидкостей и сыпучих материалов. Приборы для измерения расхода. Методы и приборы для измерения влажности сыпучих материалов.

## **Раздел 4. Основы проектирования автоматических систем управления**

**Содержание.** Задание на разработку систем управления. Структурные и функциональные схемы управления. Условные обозначения и изображения на функциональных схемах. Типовые функциональные схемы АСР уровня. Функциональные схемы АСР расхода топлива, температуры в теплообменниках с применением приборов и средств пневмоавтоматики и объектах с электрообогревом.

## **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

### **Раздел 2. Основы теории автоматического управления**

#### **Тема 2.1.**

**Содержание.** Динамический анализ и расчет на ЭВМ автоматической системы регулирования с применением пропорционального регулятора.

#### **Тема 2.5.**

**Содержание.** Расчет переходных процессов в замкнутой АСР с различными законами регулирования

#### **Тема 2.7**

**Содержание.** Исследование объекта регулирования на основе обработки экспериментальной кривой разгона. По динамическим свойствам объекта регулирования выбор типа промышленных регуляторов.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения:

Активные и интерактивные методы обучения:

- *Интерактивная лекция (раздел № 3, 4);*
- *Групповая дискуссия (тема № 2.1);*

- *Применение имитационных моделей (тема № 2.3 – 2.8);*
- *Разбор конкретных ситуаций (тема № 2.5 – 2.7).*

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **Рейтинг-контроль № 1**

1. Что такое кривая разгона?
  - Функция отклика на ступенчатое возмущение.
  - Функция отклика на импульсное возмущение.
  - Функция на синусоидальное возмущение.
2. Какую составляющую нужно ввести в закон регулирования, чтобы исключить статическую ошибку?
  - Дифференциальную.
  - Интегральную.
  - Пропорциональную.
3. Какими эффективными динамическими характеристиками оцениваются объекты управления (ОУ)?
  - Время запаздывания, постоянная времени и T95.
  - Время регулирования и динамическая ошибка.
  - Степень затухания, динамическая ошибка и время регулирования.
4. Чему равна общая передаточная функция последовательно соединенных звеньев?
  - Сумме передаточных функций отдельных звеньев.
  - Произведению передаточных функций отдельных звеньев.
  - Отношению передаточной функции первого звена к передаточной функции последнего звена.
5. Чему равна общая передаточная функция параллельно соединенных звеньев?
  - Сумме передаточных функций отдельных звеньев.
  - Произведению передаточных функций отдельных звеньев.
  - Отношению передаточной функции первого звена к передаточной функции последнего звена.
6. Для каких регуляторов характерна статическая ошибка регулирования?
  - П- и ПИ- регуляторов.
  - П и ПД регуляторов.
  - ПИД и ПД регуляторов.
7. Какая АСР будет нейтральной?
  - Система, в которой наблюдается сходящийся колебательный процесс.
  - Система, в которой наблюдается расходящийся колебательный процесс.
  - Система, в которой наблюдается колебательный переходный процесс с постоянной амплитудой.
8. Что называется передаточной функцией?
  - Отношение входного сигнала к выходному, преобразованных по Лапласу, при нулевых начальных условиях.
  - Отношение выходного сигнала к входному при нулевых начальных условиях.
  - Отношение выходного сигнала к входному, преобразованных по Лапласу, при нулевых начальных условиях.
9. Для чего необходимо знать эффективные динамические характеристики ОУ?
  - Выбрать регулятор по воздействию его на ОУ.
  - Рассчитать показатели качества регулирования.

- Выбрать регулятор и рассчитать параметры настройки регулятора.
10. Какую составляющую нужно ввести в закон регулирования, чтобы увеличить быстродействие АСР?
- Дифференциальную.
  - Пропорциональную.
  - Интегральную.

## Рейтинг-контроль № 2

- Критерий устойчивости Найквиста: АСР устойчива в замкнутом состоянии, если АФЧХ разомкнутой АСР на комплексной плоскости:
  - Охватывает точку с координатами  $(-1, i0)$ .
  - Не охватывает точку с координатами  $(-1, i0)$ .
  - Проходит через точку с координатами  $(-1, i0)$ .
- Будет ли устойчива АСР согласно критерию Гурвица, характеристическое уравнение которой имеет вид  $1.5*S^3 + S^2 - 0.4*S + 5 = 0$ 
  - Будет.
  - Не будет.
  - На границе устойчивости.
- Что такое годограф?
  - Объединенная амплитудно-фазовая частотная характеристика.
  - Амплитудно-частотная характеристика.
  - Фазово-частотная характеристика.
- Какая АСР будет нейтральной?
  - Система, в которой наблюдается сходящийся колебательный процесс.
  - Система, в которой наблюдается расходящийся колебательный процесс.
  - Система, в которой наблюдается колебательный переходный процесс с постоянной амплитудой.
- Какими эффективными динамическими характеристиками оцениваются объекты управления (ОУ)?
  - Время запаздывания, постоянная времени и  $T95$ .
  - Время регулирования и динамическая ошибка.
  - Степень затухания, динамическая ошибка и время регулирования.
- Чему равна общая передаточная функция последовательно соединенных звеньев?
  - Сумме передаточных функций отдельных звеньев.
  - Произведению передаточных функций отдельных звеньев.
  - Отношению передаточной функции первого звена к передаточной функции последнего звена.
- Чему равна общая передаточная функция параллельно соединенных звеньев?
  - Сумме передаточных функций отдельных звеньев.
  - Произведению передаточных функций отдельных звеньев.
  - Отношению передаточной функции первого звена к передаточной функции
- Какие бывают запасы устойчивости?
  - По модулю.
  - По фазе.
  - По модулю и по фазе.
- «Свободное движение» АСР описывается
  - Однородным дифференциальным уравнением.
  - Алгебраическим уравнением.
  - Уравнением в частных производных
- Критерий устойчивости Найквиста – это
  - Алгебраический критерий.

- Фазово-частотный критерий.
- Дифференциальный критерий.

### Рейтинг-контроль № 3

1. Какой первичный преобразователь может быть использован для измерения уровня полимера?
  - Поплавковый контактный.
  - Пьезометрический.
  - Дифманометрический.
2. Чем определяется класс точности измерительного прибора?
  - Относительной погрешностью измерения.
  - Абсолютной погрешностью измерения.
  - Относительной приведенной погрешностью.
3. Какой первичный преобразователь температуры (термопара) может использоваться при измерении температуры выше 600° С?
  - ХА
  - ХК
  - ТПП
4. С помощью какой схемы в промышленных электронных автоматических мостах подключается термометр сопротивления?
  - Однопроводной.
  - Двухпроводной.
  - Трехпроводной.
5. С помощью каких проводов подключается термопара к электронным автоматическим потенциометрам?
  - Медных.
  - Алюминиевых.
  - Проводами проводников термопары.
6. Какие первичные преобразователи используются для измерения уровня сыпучих материалов?
  - Дилатометрические.
  - Емкостные.
  - Пьезометрические.
7. Какую составляющую нужно ввести в закон регулирования, чтобы исключить статическую ошибку?
  - Дифференциальную.
  - Пропорциональную.
  - Интегральную.
8. Какую составляющую нужно ввести в закон регулирования, чтобы увеличить быстродействие АСР?
  - Дифференциальную.
  - Пропорциональную.
  - Интегральную.
9. Какая АСР будет нейтральной?
  - Система, в которой наблюдается сходящийся колебательный процесс.
  - Система, в которой наблюдается расходящийся колебательный процесс.
  - Система, в которой наблюдается колебательный переходный процесс с постоянной амплитудой.
10. Какими эффективными динамическими характеристиками оцениваются объекты управления (ОУ)?
  - Время запаздывания, постоянная времени и Т95.
  - Время регулирования и динамическая ошибка.

- Степень затухания, динамическая ошибка и время регулирования.

## Вопросы к экзамену

1. Основные функции систем управления.
2. Задачи систем управления на примере непрерывного технологического процесса.
3. Основные виды алгоритмов СУ
4. Основные принципы управления.
5. Структурная схема одноконтурной АСР и ее основные элементы.
6. Классификация АСР по характеру воздействия регулятора на объект управления.
7. Динамический анализ АСР и ее элементов. Задачи динамического анализа.
8. Виды типовых возмущений и функции отклика на них.
9. Преобразование Лапласа и его свойства.
10. Решение дифференциальных уравнений операторным методом.
11. Передаточная функция элементов АСР. Нахождение передаточной функции по известному дифференциальному уравнению. Пример.
12. Правила преобразования структурных схем (последовательное и параллельное соединение).
13. Основные показатели качества регулирования и их определение по кривой переходного процесса для релейных АСР .
14. Основные показатели качества регулирования и их определение по кривой переходного процесса для непрерывных АСР.
15. Связь передаточных функции замкнутой и разомкнутой АСР (уравнение обратной связи).
16. Передаточная функция по ошибке.
17. Частотный метод исследования АСР и ее элементов. Суть метода
18. Определение частотных характеристик по передаточной функции элементов и АСР.
19. Частотные характеристики АСР и ее элементов. Алгоритм построения годографа.
20. Основные законы регулирования и типы регуляторов. П-, ПИ- регуляторы. Их свойства и характеристики.
21. Основные законы регулирования и типы регуляторов. ПД-, ПИД- регуляторы. Их свойства и характеристики.
22. Математическое описание объекта управления на основе экспериментальной кривой разгона.
23. Типы регулирующих органов. Математическое описание.
24. Типы исполнительных механизмов и их назначение.
25. Датчик АСР как элемент системы. Назначение датчика. Математическое описание в виде передаточной функции.
26. Устойчивость линейных АСР. Понятие устойчивости по Ляпунову
27. Критерии устойчивости. Критерий устойчивости Гурвица.
28. Определение частотных характеристик по передаточной функции элементов и АСР.  
Вывести выражения для АЧХ и ФЧХ, если передаточная функция имеет вид:

$$W(p) = \frac{ke^{-p\tau_{\text{зи}}}}{(T_1p + 1)T_2p} \quad \text{провести анализ для построения годографа.}$$

29. Амплитудно-фазовый критерий устойчивости Найквиста.
30. Расчет АСР на заданные запасы устойчивости.
31. Расчет запасов устойчивости по модулю и по фазе.
32. Пневматический унифицированный преобразователь ГСП.
33. Компенсационный метод измерения напряжения.
34. Мостовая схема измерения сопротивления. Условие равновесия моста.
35. Методы и приборы для измерения температуры.
36. Методы и приборы для измерения расхода. Расходомеры переменного и постоянного перепада давления.

37. Методы измерения уровня сыпучих материалов. Типы первичных преобразователей
38. Методы и приборы для измерения давления. Типы чувствительных элементов.
39. Функциональная схема АСР. Изображение основных элементов автоматики и обозначение их по функциональным признакам.
40. Типовая функциональная схема регулирования уровня в загрузочном бункере.  
Билеты к экзамену строятся следующим образом:
  - 1 вопрос – теория регулирования
  - 2 вопрос – приборы и методы измерения
  - 3 вопрос – типовые функциональные схемы.

### **Самостоятельная работа**

Самостоятельная работа студентов проводится в соответствии с тематическим планом курса. Студенты получают вопросы по каждой теме. Контроль знаний осуществляется в виде устного вопроса на лабораторных занятиях, при промежуточном тестировании и при защите курсовой работы.

#### **Вопросы для самостоятельной проработки:**

1. Что такое принцип управления?
2. Что такое алгоритм функционирования?
3. Примеры алгоритмов функционирования.
4. Примеры структурных схем разных по принципам управления.
5. Основные функции систем управления.
6. Задачи систем управления на примере непрерывного технологического процесса.
7. Виды типовых возмущений и функции отклика на них.
8. Преобразование Лапласа и его свойства.
9. Что такое кривая разгона.
10. Что такое переходный процесс в замкнутой АСР.
11. Показатели качества регулирования и как их определить по кривой переходного процесса.
12. Определение частотных характеристик по передаточной функции элемента или АСР. Привести примеры.
13. Типовые динамические звенья, свойства, их передаточные функции и частотные характеристики.
14. Основные законы управления. Типы промышленных регуляторов. Релейные регуляторы.
15. Регулирующие органы и исполнительные механизмы.
16. Технологический процесс как объект управления.
17. Задание на разработку систем управления.
18. Приборы и методы измерения свойств материалов (температуры, давления, уровня, расхода).
19. Структурные и функциональные схемы управления.
20. Что такое совмещенный чертеж?
21. Примеры типовых функциональных схем.

### **Курсовая работа**

Темы курсовых работ выдаются каждому студенту индивидуально. Все расчеты при выполнении КР проводятся на ЭВМ.

#### **Темы курсовых работ**

1. Рассчитать АСР температуры тепловой зоны экструдера.
2. Рассчитать АСР температуры вала каландра
3. Рассчитать АСР температуры пресс-формы.
4. Рассчитать АСР уровня сыпучего материала в промежуточной емкости
5. Рассчитать АСР температуры тепловой зоны литьевой.
6. Рассчитать АСР расхода пара, подаваемого в рубашку сушилки

При выполнении КР и написания пояснительной записки студенты должны осветить следующие вопросы:

- Расчет кривой разгона ОУ по известному математическому описанию и определение его динамических характеристик.
- Передаточные функции разомкнутой и замкнутой АСР.
- Определение устойчивости системы и расчет запасов устойчивости по модулю и по фазе.
- Расчет переходного процесса в замкнутой АСР с данным регулятором и определение показателей качества регулирования.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

| Наименование литературы:<br>автор, название, вид издания,<br>издательство  | Год издания | КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ  |   |
|--|-------------|--|---|
|  |             | Количество экземпляров<br>изданий в библиотеке<br>ВлГУ в соответствии с<br>ФГОС ВО | Наличие в электронной<br>библиотеке ВлГУ  |
| Основная литература*   |             |  |   |
| <b>1. Кафаров, Виктор Вячеславович.</b> Методы кибернетики в химии и химической технологии : учебник для вузов / В. В. Кафаров .— Изд. 4-е, перераб. и доп .— Москва : Химия,— 448 с . : ил. — (Для высшей школы) .— Библиогр.: с. 414.  | 1985        | 5  |   |
| <b>2. Барабанов, Николай Николаевич.</b> Расчет одноконтурных и многоконтурных автоматических систем регулирования на ЭВМ : учебное пособие / Н. Н. Барабанов, В. Т. Земскова ; Владимирский государственный университет (ВлГУ) .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ).— 51 с. : ил., табл. — Имеется электронная версия .— Библиогр.: с. 50. | 2002        |  | <a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/527">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/527</a>   |
| <b>3. Барабанов, Николай Николаевич.</b> Расчеты   | 2011        |  | <a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/3052">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/3052</a> |

|   |                                  |           |  |
|---|----------------------------------|-----------|--|
| <p>химико-технологических процессов в системе MatLab : учебное пособие / Н. Н. Барабанов, В. Т. Земскова ; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ) .— Владимир : — 102 с. : ил., табл. — Имеется электронная версия .— Библиогр.: с. 101.</p>   |                                  |           |  |
| <p>Дополнительная литература</p>  |                                  |           |  |
| <p><b>1.Барабанов, Николай Николаевич.</b> Методические указания к курсовому и дипломному проектированию по дисциплине "Системы управления технологическими процессами" : [в 2 ч.] / сост. Н. Н. Барабанов, В. Т. Земскова ; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра технологии полимерных и тугоплавких материалов .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), Ч. 1 - 1999 .— 23 с. : ил., табл. — Сост. Ч. 2: В. Т. Земскова, Е. В. Ермолаева, Н. Н. Барабанов .— Библиогр.: с. 23.</p> | <p>Ч 1 – 1999<br/>Ч 2 – 2000</p> | <p>51</p> |  |
| <p><b>2. Барабанов, Николай Николаевич.</b> Расчет двухпозиционных автоматических систем регулирования : методические указания к курсовому и дипломному проектированию / Н. Н. Барабанов ; Владимирский политехнический институт (ВПИ), Кафедра процессов и</p>   | <p>1980</p>                      | <p>32</p> |  |

|  |      |    |  |
|--|------|----|--|
| аппаратов химической технологии .— Владимир : Владимирский политехнический институт (ВПИ).— 24 с. : табл. — Библиогр.: с. 24.  |      |    |  |
| <b>З Ахназарова, Светлана Лазаревна.</b> Методы оптимизации эксперимента в химической технологии : учебное пособие для вузов / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров .— Изд. 2-е, перераб. и доп. — Москва : Высшая школа.— 327 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 318. | 1985 | 53 |  |

## 7.2. Периодические издания

1. Известия высших учебных заведений: науч.-техн. журн. Химия и химическая технология. Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново: [б. и.], ISSN 0579-2991.

## 7.3. Интернет-ресурсы

1. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: Учебное пособие/В.П.Ившин, М.Ю. Перухин. – М.:НИЦ ИНФРА-М. 2014. 400 с. (электр. ресурс <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=430323>).
2. Системы управления химико-технологическими процессами. Учебное пособие/ А.Н.Гаврилов, Ю.В.Пятако. – М.:Инфра-М.,2014. 220 с. (Электронный ресурс <http://www.studentlibrary.ru/doc/book/ISBN9785000320426.html>).
3. Разработка функциональных схем автоматизации технологических процессов. Учебное пособие/В.А.Валиуллина, В.А.Садофьев. – Казань: Изд-во КНИТУ. 2013. (Электр. ресурс <http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN978578788214733-SCN0001/000.html>).
4. Исследование динамических свойств датчика температуры. Метод. указания к лабораторной работе/Б.М.Новожилов.-М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана. 2011. Электр. ресурс [http://www.studentlibrary.ru/doc/bauman\\_0145-SCN0004/000.html](http://www.studentlibrary.ru/doc/bauman_0145-SCN0004/000.html)).

## 8.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

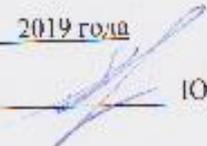
Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Лабораторные занятия проводятся в специализированном компьютерном классе .

Перечень лицензионного программного обеспечения: Windows 7; Microsoft Open License 62857078; MS Office 2010 Microsoft Open License 65902316, Matlab – 12.

Рабочую программу составил доцент кафедры ХТ  В.Т.Земскова

Рецензент: Директор ООО «Технолог»  Г.Ю.Рубцова  
Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ

Протокол № 01 от 02.09. 2019 года

Заведующий кафедрой  Ю.Т.Панов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления  
18.03.01 «Химическая технология»

Протокол № 01 от 02.09. 2019 года

Председатель комиссии  Ю.Т.Панов

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_