

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор  
по УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.03**

Математическое моделирование систем автоматического управления

Учебный план: 2026-2027 15.04.04 ИИТА Автоматизация и управление ОО №2-1-88.plx

Кафедра: **1** Автоматизации производственных процессов

Направление подготовки:  
(специальность) 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки: Автоматизация и управление  
(специализация)

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

| Семестр<br>(курс для ЗАО) |     | Контактная работа обучающихся |                   |                 | Сам.<br>работа | Контроль,<br>час. | Трудоё<br>мкость,<br>ЗЕТ | Форма<br>промежуточной<br>аттестации |
|---------------------------|-----|-------------------------------|-------------------|-----------------|----------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------------|
|                           |     | Лекции                        | Практ.<br>занятия | Лаб.<br>занятия |                |                   |                          |                                      |
| 1                         | УП  | 16                            | 16                | 16              | 56,75          | 3,25              | 3                        | Зачет, Курсовой<br>проект            |
|                           | РПД | 16                            | 16                | 16              | 56,75          | 3,25              | 3                        |                                      |
| Итого                     | УП  | 16                            | 16                | 16              | 56,75          | 3,25              | 3                        |                                      |
|                           | РПД | 16                            | 16                | 16              | 56,75          | 3,25              | 3                        |                                      |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденным приказом Минобрнауки России от 25.11.2020 г. № 1452

Составитель (и):

кандидат технических наук, Профессор

\_\_\_\_\_

Шурыгин Д. А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизации  
производственных процессов

\_\_\_\_\_

Энтин Виталий Яковлевич

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Энтин Виталий Яковлевич

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области методов математического моделирования систем автоматических управления технологическими объектами.

### 1.2 Задачи дисциплины:

Обеспечить знание студентами подходов к составлению уравнений динамики объектов и систем автоматического управления в текстильной, легкой промышленности и производстве химических волокон.

Обеспечить способность студентов выбирать средства контроля и управления, обеспечивающие требуемое качество продукции.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Информационно-измерительные системы и устройства

Современные проблемы автоматизации и управления

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|                                                                                                                                                                             |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>ОПК-11: Способен разрабатывать современные методы исследования автоматизированного оборудования в машиностроении;</b>                                                    |  |
| <b>Знать:</b> Современные методы исследования объектов и средств их автоматизации.                                                                                          |  |
| <b>Уметь:</b> Разрабатывать методы исследования конкретных вариантов автоматизированного оборудования                                                                       |  |
| <b>Владеть:</b> Навыками применения современных методов исследования автоматизированного оборудования к конкретным объектам в легкой промышленности                         |  |
| <b>ОПК-5: Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;</b> |  |
| <b>Знать:</b> Методы анализа состояния систем автоматизации. Методы математического моделирования объектов автоматизации и средств автоматического управления ими.          |  |
| <b>Уметь:</b> Исследовать динамику объектов и систем. Составлять уравнения динамики объектов и систем и выбирать методы их решения.                                         |  |
| <b>Владеть:</b> Навыками применения аналитических подходов и численного моделирования к оценке функционирования систем автоматического управления.                          |  |

## 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий                                                                                            | Семестр<br>(курс для<br>ЗАО) | Контактная работа |               |                | СР<br>(часы) | Инновац.<br>формы<br>занятий | Форма<br>текущего<br>контроля |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------|---------------|----------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
|                                                                                                                                                      |                              | Лек.<br>(часы)    | Пр.<br>(часы) | Лаб.<br>(часы) |              |                              |                               |
| Раздел 1. Цели и методы математического моделирования                                                                                                | 1                            |                   |               |                |              |                              |                               |
| Тема 1. Особенности технологических процессов и оборудования текстильной, легкой промышленности и производства химических волокон                    |                              | 4                 | 4             |                | 13,75        |                              |                               |
| Раздел 2. Математическое моделирование объектов                                                                                                      |                              |                   |               |                |              |                              |                               |
| Тема 2. Математическое моделирование объектов с сосредоточенными и распределенными параметрами                                                       |                              | 3                 | 5             |                | 8            |                              |                               |
| Раздел 3. Математическая модель системы автоматического регулирования                                                                                |                              |                   |               |                |              |                              |                               |
| Тема 3. Адекватность математической модели, методы ее достижения. Уточнение параметров модели по результатам эксперимента                            |                              | 6                 | 4             |                | 5            |                              |                               |
| Раздел 4. Экспериментальные методы                                                                                                                   |                              |                   |               |                |              |                              |                               |
| Тема 4. Экспериментальные методы определения параметров объектов. Использование переходной характеристики и реакции на импульс конечной длительности |                              | 3                 | 3             |                | 5            |                              |                               |
| Раздел 5. Возможности пакета МАТЛАБ                                                                                                                  |                              |                   |               |                |              |                              |                               |

|                                                                                                                                                                                                                                             |  |       |    |    |       |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------|----|----|-------|--|--|
| Тема 5. Использование дифференциальных уравнений при описании динамики системы автоматического регулирования. Понижение порядка дифференциального уравнения. Влияние порядка описания системы на ее запасы устойчивости. Критерий Найквиста |  |       |    | 5  | 5     |  |  |
| Тема 6. Использование аппарата передаточных функций для оценки поведения разомкнутой и замкнутой системы, получения частотных характеристик                                                                                                 |  |       |    | 6  | 10    |  |  |
| Тема 7. Компоновка модели на базе Simulink с использованием различных законов непрерывного регулирования. База типовых звеньев. Настройка структуры и параметров                                                                            |  |       |    | 5  | 10    |  |  |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)                                                                                                                                                                                                         |  | 16    | 16 | 16 | 56,75 |  |  |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет, Курсовой проект)                                                                                                                                                                            |  | 3,25  |    |    |       |  |  |
| <b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>                                                                                                                                                                                           |  | 51,25 |    |    | 56,75 |  |  |

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта):** Построить математическую модель системы автоматического регулирования конкретного технологического параметра. Оценить влияние порядка описания системы на запасы ее устойчивости. Использовать аппарат передаточных функций для оценки динамики системы.

**4.2 Тематика курсовой работы (проекта):** Провести анализ и синтез системы автоматического регулирования температуры теплового объекта.

**4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):**

Работа выполняется в часы, выделенные для самостоятельной работы студентов, с использованием вычислительной техники и программного обеспечения, установленного в компьютерном классе кафедры АПП.

Результаты представляются в виде пояснительной записки объемом 25-30 страниц, содержащего следующие обязательные элементы:

- Функциональную схему синтезируемой системы,
- Расчеты параметров ее звеньев,
- Результаты использования критерия Найквиста и численного моделирования динамики системы.

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

**5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения**

**5.1.1 Показатели оценивания**

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения                                                                                                                                                                                                                                                                         | Наименование оценочного средства |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| ОПК-5           | Излагает методы математического моделирования объектов автоматизации и средств автоматического управления ими. Составляет уравнения динамики объектов и систем и выбирать методы их решения. Применяет аналитические подходы и численное моделирование к оценке функционирования систем автоматического управления | Тестирование<br>Курсовой проект. |
| ОПК-11          | Перечисляет современные методы исследования объектов и средств их автоматизации. Разрабатывает методы исследования конкретных вариантов автоматизированного оборудования. Применяет современные методы исследования автоматизированного оборудования к конкретным объектам в легкой промышленности                 | Тестирование<br>Курсовой проект. |

**5.1.2 Система и критерии оценивания**

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций |                   |
|------------------|--------------------------------------------------|-------------------|
|                  | Устное собеседование                             | Письменная работа |

|                         |                                                     |                                                                                                                                                                |
|-------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 (отлично)             |                                                     | Качество исполнения всех элементов задания на курсовой проект полностью соответствует требованиям. К пояснительной записке замечаний нет.                      |
| 4 (хорошо)              |                                                     | Все разделы курсового проекта освещены в необходимой полноте, но к качеству выполнения пояснительной записки есть замечания.                                   |
| 3 (удовлетворительно)   |                                                     | Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки.                                                                           |
| 2 (неудовлетворительно) |                                                     | Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием. |
| Зачтено                 | Содержательный ответ на поставленные вопросы        |                                                                                                                                                                |
| Не зачтено              | Неудовлетворительный ответ на поставленные вопросы. |                                                                                                                                                                |

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

| № п/п | Формулировки вопросов |
|-------|-----------------------|
|-------|-----------------------|

#### 5.2.2 Типовые тестовые задания

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

##### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п Формулировки вопросов

Семестр 1

1 Что такое адекватность математической модели?

2 Как достигается адекватность математической модели?

3 Что входит в экспериментальные методы определения параметров объектов?

4 Особенности технологических объектов текстильной промышленности.

5 Особенности технологических объектов легкой промышленности.

6 Особенности технологических объектов производства химических волокон.

7 Методы математического моделирования объектов с сосредоточенными параметрами.

8 Методы математического моделирования объектов с распределенными параметрами.

9 Свойства объектов регулирования.

10 Экспериментальные методы определения параметров объектов.

11 Пакет МАТЛАБ, использование системы дифференциальных уравнений для моделирования.

12 Пакет МАТЛАБ, использование Simulink для моделирования.

13 Сравнительная оценка способов моделирования в МАТЛАБ.

14 Пакет МАТЛАБ, использование системы передаточных функций для моделирования.

#### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Практико-ориентированные задания содержатся в исходных данных к курсовому проекту.

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

☐

Письменная

☐

Компьютерное тестирование

☐

Иная

☐

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку - 0.5 часа, в это время входит подготовка ответа на поставленные вопросы

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

| Автор                                                                      | Заглавие                                                           | Издательство                                                        | Год издания | Ссылка                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>6.1.1 Основная учебная литература</b>                                   |                                                                    |                                                                     |             |                                                                                                                               |
| Шурыгин Д. А.                                                              | Автоматизация технологических процессов и производств. Курс лекций | СПб.: СПбГУПТД                                                      | 2017        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201774">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201774</a> |
| Елизаров, И. А.,<br>Погонин, В. А.,<br>Назаров, В. Н.,<br>Третьяков, А. А. | Автоматизация технологических процессов и производств              | Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ | 2018        | <a href="https://www.iprbooks.hop.ru/92659.html">https://www.iprbooks.hop.ru/92659.html</a>                                   |
| <b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>                             |                                                                    |                                                                     |             |                                                                                                                               |
| Шурыгин Д. А.                                                              | Математическое моделирование. Курсовое проектирование              | СПб.: СПбГУПТД                                                      | 2016        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3428">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3428</a>     |
| Смирнов И. Н.,<br>Шурыгин Д. А.                                            | Критерий Найквиста и пассивные корректирующие звенья               | СПб.: СПбГУПТД                                                      | 2013        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1430">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1430</a>     |

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» [Электронный ресурс]. URL: [http://window.edu.ru/catalog/?p\\_rubr=2.2.75.6](http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6)

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows

MicrosoftOfficeProfessional

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Аудитория            | Оснащение                                                                                                                                                               |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Компьютерный класс   | Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду |
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска                                                                                                           |