

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор  
по УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.06**

Моделирование систем и процессов

Учебный план: 2026-2027 15.03.04 ИИТА АТПиУвМПК ЗАО №1-3-149.plx

Кафедра:

**1**

Автоматизации производственных процессов

Направление подготовки:  
(специальность)

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки:  
(специализация)

Автоматизация технологических процессов и управления в  
многоотраслевых производственных комплексах

Уровень образования:

бакалавриат

Форма обучения:

заочная

### 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 |                |                   |                          |                                      |
| 3                         | УП  | 4                             |                   |                 | 32             |                   | 1                        |                                      |
|                           | РПД | 4                             |                   |                 | 32             |                   | 1                        |                                      |
| 4                         | УП  | 12                            | 8                 | 4               | 184            | 8                 | 6                        | Зачет                                |
|                           | РПД | 12                            | 8                 | 4               | 184            | 8                 | 6                        |                                      |
| 5                         | УП  | 4                             |                   |                 | 50             | 18                | 2                        | Экзамен, Курсовой<br>проект          |
|                           | РПД | 4                             |                   |                 | 50             | 18                | 2                        |                                      |
| Итого                     | УП  | 20                            | 8                 | 4               | 266            | 26                | 9                        |                                      |
|                           | РПД | 20                            | 8                 | 4               | 266            | 26                | 9                        |                                      |

Санкт-Петербург  
2026

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденным приказом Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 730

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

\_\_\_\_\_

Смирнов И. Н.

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 статистического моделирования систем и процессов. Построения и исследования математических моделей объектов в сфере бизнес-процессов производств и предприятий в форме обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, разработке соответствующего алгоритмического и программного обеспечения.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- Освоить основные методы построения математических моделей объектов, процессов и систем управления в форме обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных.
- Освоить основные методы статистического моделирования систем и процессов.
- Изучить методы исследования полученных моделей и их использования при разработке систем управления в сфере бизнес-процессов.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Автоматизация технологических процессов и производств

Надежность объектов и систем автоматизации

Синтез и оптимизация в задачах проектирования систем управления

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-5: Способен обеспечить эффективную эксплуатацию гибких производственных систем в машиностроении</b>                                              |
| <b>Знать:</b> нормы организационного, материального и документационного обеспечения в процессах моделирования гибких производственных систем           |
| <b>Уметь:</b> применить нормы организационного, материального и документационного обеспечения в процессах моделирования гибких производственных систем |
| <b>Владеть:</b> навыками разработки и реализации моделей для эффективной эксплуатации гибких производственных систем                                   |

## 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 |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------|---------------|----------------|--------------|------------------------------|
|                                                                               |                              | Лек.<br>(часы)    | Пр.<br>(часы) | Лаб.<br>(часы) |              |                              |
| Раздел 1. Общая характеристика задач и методов моделирования                  | 3                            |                   |               |                |              |                              |
| Тема 1. Задачи моделирования и виды моделей                                   |                              | 1                 |               |                | 8            |                              |
| Тема 2. Методы и технические средства моделирования                           |                              | 1                 |               |                | 8            |                              |
| Раздел 2. Типовые модели в форме дифференциальных уравнений                   |                              |                   |               |                |              |                              |
| Тема 3. Модели, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями       |                              | 1                 |               |                | 8            |                              |
| Тема 4. Модели, описываемые уравнениями в частных производных                 |                              | 1                 |               |                | 8            |                              |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)                                           |                              | 4                 |               |                | 32           |                              |
| Консультации и промежуточная аттестация<br>- нет                              |                              | 0                 |               |                |              |                              |
| Раздел 3. Реализация моделей на ЭВМ (численные методы)                        | 4                            |                   |               |                |              |                              |
| Тема 5. Численные методы для решения обыкновенных дифференциальных уравнений  |                              | 1                 |               |                | 23           |                              |
| Тема 6. Численные методы для решения уравнений в частных производных          |                              | 2                 |               |                | 23           |                              |
| Раздел 4. Представление исходных данных и обработка результатов моделирования |                              |                   |               |                |              |                              |
| Тема 7. Интерполяция сеточных функций. Практическое занятие.                  |                              | 1                 | 4             |                | 23           |                              |

|                                                                                   |   |     |   |   |       |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---|-----|---|---|-------|--|
| Тема 8. Сглаживание и дифференцирование сеточных функций<br>Практическое занятие. |   | 2   | 4 |   | 23    |  |
| Раздел 5. Методические основы статистического моделирования                       |   |     |   |   |       |  |
| Тема 9. Моделирование случайных событий и величин.<br>Лабораторная работа.        |   | 1   |   | 2 | 23    |  |
| Тема 10. Моделирование случайных процессов.<br>Лабораторная работа.               |   | 2   |   | 2 | 23    |  |
| Раздел 6. Статистическое моделирование систем и процессов                         |   |     |   |   |       |  |
| Тема 11. Статистическое моделирование технологических процессов                   |   | 1   |   |   | 23    |  |
| Тема 12. Статистическое моделирование систем управления                           |   | 2   |   |   | 23    |  |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)                                               |   | 12  | 8 | 4 | 184   |  |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)                                   |   | 0,5 |   |   |       |  |
| Раздел 7. Организация вычислительного эксперимента                                |   |     |   |   |       |  |
| Тема 13. Организация вычислительного эксперимента при моделировании процессов     | 5 | 1   |   |   | 12    |  |
| Тема 14. . Организация вычислительного эксперимента при моделировании систем      |   | 1   |   |   | 13    |  |
| Раздел 8. Примеры моделирования систем и процессов                                |   |     |   |   |       |  |
| Тема 15. Примеры моделирования процессов                                          |   | 1   |   |   | 12    |  |
| Тема 16. Примеры моделирования систем                                             |   | 1   |   |   | 13    |  |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)                                               |   | 4   |   |   | 50    |  |
| Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовой проект)                |   | 5,5 |   |   | 12,5  |  |
| <b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>                                 |   | 38  |   |   | 278,5 |  |

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта):** Цель работы – закрепление знаний и проверка умений студентов в области моделирования систем и процессов.

Задачи работы – построить математическую модель системы, разработать алгоритм и программу моделирования, провести вычислительные эксперименты на ЭВМ. Объем пояснительной записки 20-25 листов формата А4. В состав записки входит листинг или блок-схема программы, распечатки с экрана монитора.

**4.2 Тематика курсовой работы (проекта):** Разработать модель и провести исследование системы управления для одного из следующих технологических процессов: регулирования уровня рабочей жидкости, регулирование линейной плотности волокнистой ленты, регулирование концентрации в установке мерсеризации, регулирование

**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.

Проект оформляется в виде пояснительной записки, содержащей следующие обязательные элементы:

- Дифференциальные уравнения системы.
- Блок-схемы моделирования и выбор программных средств.
- Результаты вычислительных экспериментов
- Выводы и рекомендации.

Объем пояснительной записки 25-30 листов формата А4.

Затраты внеаудиторного времени на выполнение работы 30 часов.

## 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                                                         |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-5            | <p>Излагает общую характеристику задач моделирования и виды моделей, Методы и технические средства моделирования.</p> <p>Представляет исходные данные и обработку результатов моделирования.</p> <p>Строит математическую модель системы, разрабатывает алгоритм и программу моделирования гибких производственных систем</p> | Вопросы для устного собеседования<br>Курсовой проект<br>практико-ориентированные задания |

#### 5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания        | Критерии оценивания сформированности компетенций                                                                                                                    |                                                                                                    |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | Устное собеседование                                                                                                                                                | Письменная работа                                                                                  |
| 5 (отлично)             | Полный, исчерпывающий ответ, демонстрирующий понимание предмета. Качество исполнения всех элементов задания на курсовую работу полностью соответствует требованиям. | Качество исполнения всех элементов задания на курсовую работу полностью соответствует требованиям. |
| 4 (хорошо)              | Ответ полный, но присутствуют несущественные ошибки.                                                                                                                | Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки.               |
| 3 (удовлетворительно)   | Ответ неполный, при понимании сущности предмета в целом содержит существенные ошибки                                                                                | Задание выполнено полностью, но с существенными ошибками.                                          |
| 2 (неудовлетворительно) | Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки.                                                                | Студент не в состоянии защитить результаты своей работы                                            |
| Зачтено                 | Студент своевременно выполнил лабораторные работы и представил результаты; в соответствии с требованиями выполнил и защитил курсовую работу.                        |                                                                                                    |
| Не зачтено              | Студент не выполнил (выполнил частично) лабораторные работы, допустил существенные ошибки в ответе на вопросы преподавателя.                                        |                                                                                                    |

### 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                                                          |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Курс 4 |                                                                                |
| 1      | 1 Понятия физического и математического моделирования                          |
| 2      | 2 Модели тепло-массообменных процессов                                         |
| 3      | 3 Модели процессов механической технологии                                     |
| 4      | 4 Модели химико-технологических процессов                                      |
| 5      | Модели на основе уравнений с производными в правой части                       |
| 6      | 6 Получение на моделях весовых функций систем управления                       |
| 7      | 7 Методы моделирования объектов, описываемых уравнениями в частных производных |
| 8      | 8 Методы представления исходных данных и обработки результатов моделирования   |
| 9      | 1 Принципы статистического моделирования                                       |
| 10     | 2 Генераторы случайных чисел                                                   |
| 11     | 3 Моделирование случайных событий                                              |

|        |                                                                            |
|--------|----------------------------------------------------------------------------|
| 12     | 4 Моделирование дискретных случайных величин                               |
| 13     | 5 Моделирование непрерывных случайных величин                              |
| 14     | 6 Моделирование случайных векторов                                         |
| 15     | 7 Моделирование случайных процессов                                        |
| 16     | 8 Моделирование систем массового обслуживания с потерями требований        |
| 17     | 9 Моделирование систем массового обслуживания с ожиданием                  |
| 18     | 10 Обработка результатов статистического моделирования                     |
| Курс 5 |                                                                            |
| 19     | 1 Организация вычислительных экспериментов при моделировании процессов     |
| 20     | 2 Организация вычислительных экспериментов при моделировании систем        |
| 21     | 3 Программы моделирования процессов механической технологии                |
| 22     | 4 Программы моделирования химико-технологических процессов                 |
| 23     | 5 Программы моделирования управления запасами                              |
| 24     | 6 Программы оптимизации процессов на базе математического программирования |
| 25     | 7 Программа оптимизации графика установки станков                          |
| 26     | 8 Программа поиска оптимальной трассы                                      |

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

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

Предусматривается выполнение практических и лабораторных работ в течение семестра, а также выполнения и сдача курсового проекта.

### 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

На подготовку к промежуточной аттестации отводится 30 минут

## 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>       |                                                                                                         |                                                                                                    |             |                                                                                                                                 |
| Барсук, И. В.                                  | Учебно-методическое пособие по дисциплине Моделирование систем и процессов                              | Москва: Московский технический университет связи и информатики                                     | 2015        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/61506.html">http://www.iprbookshop.ru/61506.html</a>                                         |
| Смирнов, И. Н.                                 | Компьютерное моделирование технико-экономических процессов. Типовые модели объектов и систем управления | Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна | 2020        | <a href="https://www.iprbooks.ru/118388.html">https://www.iprbooks.ru/118388.html</a>                                           |
| <b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b> |                                                                                                         |                                                                                                    |             |                                                                                                                                 |
| Смирнов И. Н.                                  | Методы оптимизации сложных систем. Лабораторные работы                                                  | СПб.: СПбГУПТД                                                                                     | 2019        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019243">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019243</a> |
| Смирнов И. Н.                                  | Компьютерное моделирование технико-экономических процессов                                              | Санкт-Петербург: СПбГУПТД                                                                          | 2021        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202150">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202150</a>   |

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

Информационный портал ЛегПромБизнес <http://lpb.ru/>

Интернет-портал Рослегпром [www.roslegprom.ru](http://www.roslegprom.ru)

Российский союз предпринимателей текстильной и легкой промышленности <http://www.souzlegprom.ru/>

Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

Access RUS OLP NL Acdmc

DosBox

MicrosoftOfficeProfessional

MATLAB

## 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                                                                                                           |
| Учебная аудитория    | Специализированная мебель, доска                                                                                                                                        |