

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Директор ИШИТР

(Сонькин Д. М.)

«25» июня 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
 ПРИЕМ 2018 г.  
 ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ**

| <b>Моделирование мехатронных, робототехнических систем</b> |   |         |     |
|--|---|---------|-----|
| Направление подготовки/<br>специальность                   | 15.03.06 Мехатроника и робототехника                        |         |     |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль))    | Интеллектуальные робототехнические<br>и мехатронные системы |         |     |
| Специализация  | Интеллектуальные робототехнические<br>и мехатронные системы |         |     |
| Уровень образования  | высшее образование - бакалавриат                            |         |     |
| Курс   | 3   | Семестр | 6   |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)             | 3   |         |     |
| Виды учебной деятельности                                  | Временной ресурс  |         |     |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                       | Лекции  |         | 8   |
|  | Практические занятия  |         | 16  |
|  | Лабораторные занятия  |         | 16  |
|  | ВСЕГО   |         | 40  |
|  | Самостоятельная работа, ч                                   |         | 68  |
|  | ИТОГО, ч  |         | 108 |

| Вид промежуточной<br>аттестации   | Экзамен | Обеспечивающее<br>подразделение | ОАР           |
|---|---------|---------------------------------|---------------|
| Заведующий кафедрой -<br>руководитель отделения на<br>правах кафедры<br>Руководитель ООП<br>Преподаватель |         |                                 | Филипас А. А. |
|   |         |                                 | Мамонова Т.Е. |
|   |         |                                 | Воронин А.В.  |

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

| Код компетенции | Наименование компетенции   | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |   |
|-----------------|--|---|---|
|                 |  | Код   | Наименование  |
| ПК(У)-1         | Способен составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники | ПК(У)-1.В3  | Владеет навыками имитационного и математического моделирования мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей.  |
|                 |  | ПК(У)-1.У3  | Умеет использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления мехатронных и робототехнических устройств, их подсистем и отдельных элементов и модулей  |
|                 |  | ПК(У)-1.33  | Знает классификацию моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, а также процессов, виды моделирования   |
| ПК(У)-6         | Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем   | ПК(У)-6.В4  | Владеет опытом планировать машинные эксперименты, получать и правильно интерпретировать их результаты; пользоваться системами автоматизированного моделирования и исследования технических систем на персональном компьютере; использовать системы автоматизированного моделирования и исследования технических систем на персональном компьютере |
|                 |  | ПК(У)-6.У4  | Умеет ставить задачу моделирования, выбирать структуру, а также алгоритмическую и программную реализацию имитационной модели сложного динамического объекта управления; получать математические модели динамики объектов с элементами различной физической природы и оценивать их адекватность  |
|                 |  | ПК(У)61.34  | Знает принципы и методологию функционального, имитационного и математического моделирования мехатронных и робототехнических систем; методы построения моделирующих алгоритмов мехатронных и робототехнических систем  |

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |  | Компетенци<br>я |
|---|--|-----------------|
| Код   | Наименование   |                 |
| РД-1  | Понимать классификацию моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, а также процессов, виды моделирования   | ПК(У)-1.33      |
| РД-2  | Использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления мехатронных и робототехнических устройств, их подсистем и отдельных элементов и модулей   | ПК(У)-1.У3      |
| РД-3  | Применять имитационное и математическое моделирования мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей   | ПК(У)-1.В3      |
| РД-4  | Понимать принципы и методологии функционального, имитационного и математического моделирования мехатронных и робототехнических систем; методы построения моделирующих алгоритмов мехатронных и робототехнических систем  | ПК(У)-6.В4      |
| РД-5  | Уметь ставить задачу моделирования, выбирать структуру, а также алгоритмическую и программную реализацию имитационной модели сложного динамического объекта управления; получать математические модели динамики объектов с элементами различной физической природы и оценивать их адекватность | ПК(У)-6.У4      |

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### Основные виды учебной деятельности

| Разделы дисциплины   | Формируемый результат обучения по дисциплине | Виды учебной деятельности | Объем времени, ч. |
|--|--|---------------------------|-------------------|
| <b>Раздел 1.</b><br><b>Определение и назначение моделирования</b>                    | РД-1<br>РД-3                                 | Лекции                    | 2                 |
|  |  | Практические занятия      | 2                 |
|  |  | Лабораторные занятия      | 0                 |
|  |  | Самостоятельная работа    | 12                |
| <b>Раздел 2.</b><br><b>Моделирование систем с распределенными параметрами</b>        | РД-1<br>РД-3                                 | Лекции                    | 0                 |
|  |  | Практические занятия      | 2                 |
|  |  | Лабораторные занятия      | 2                 |
|  |  | Самостоятельная работа    | 12                |
| <b>Раздел 2.</b><br><b>Топологические методы моделирования (метод графов связей)</b> | РД-2<br>РД-3<br>РД-5                         | Лекции                    | 4                 |
|  |  | Практические занятия      | 8                 |
|  |  | Лабораторные занятия      | 8                 |
|  |  | Самостоятельная работа    | 20                |
| <b>Раздел 3.</b><br><b>Численное интегрирование</b>                                  | РД-2   | Лекции                    | 2                 |
|  |  | Практические занятия      | 4                 |
|  |  | Лабораторные занятия      | 4                 |
|  |  | Самостоятельная работа    | 12                |
| <b>Раздел 4</b><br><b>Методы и средства автоматизированного моделирования</b>        | РД-4   | Лекции                    | 0                 |
|  |  | Практические занятия      | 2                 |
|  |  | Лабораторные занятия      | 2                 |
|  |  | Самостоятельная работа    | 12                |

Содержание разделов дисциплины:

## **Раздел 1. Определение и назначение моделирования**

### **Тема лекции**

1. Основные понятия теории моделирования.

### **Темы практических занятий:**

1. Основные понятия теории моделирования

## **Раздел 2. Моделирование систем с распределенными параметрами**

### **Темы практических занятий:**

1. Приближенные математические модели на микроуровне.

### **Названия лабораторных работ**

1. Моделирование колебаний струны

## **Раздел 3. Графы связей**

### **Темы лекций**

1. Элементы и переменные связей энергетических графов.
2. Моделирование электрических и механических систем на графах связей

### **Темы практических занятий:**

1. Построение графов связей электрических систем.
2. Построение графов связей механических систем.
3. Построение операторно-структурных схем.
4. Расчет передаточных функций методом циклов.

### **Названия лабораторных работ**

1. Моделирование системы управления перевернутым маятником
2. Моделирование в среде SimMechanics

## **Раздел 4. Численное интегрирование**

### **Тема лекции**

1. Методы численного интегрирования

### **Темы практических занятий:**

1. Алгоритмы явного интегрирования
2. Алгоритмы неявного интегрирования

### **Названия лабораторных работ**

1. Изучение режимов моделирования в среде SimMechanics

## **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение

- индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **Основная литература**

1. Воронин, Александр Васильевич. Моделирование мехатронных систем : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. В. Воронин; Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 2.0 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m152.pdf> (контент)
2. Тарасик, В. П. Математическое моделирование технических систем [Электронный ресурс] / Тарасик В. П.. — Минск: Новое знание, 2013. — 584 с.. — Допущено УМО вузов РФ по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов в качестве учебника для студентов, обучающихся по специальности «Автомобиле- и тракторостроение» Утверждено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебника для студентов технических специальностей высших учебных заведений. — Книга из коллекции Новое знание - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-985-475-539-7. Схема доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=4324](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=4324) (контент)
3. Кудинов, Ю. И.. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB — SIMULINK) : учебное пособие [Электронный ресурс] / Кудинов Ю. И., Пащенко Ф. Ф.. — 3-е изд., стер.. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 312 с.. — Книга из коллекции Лань - Информатика.. — ISBN 978-5-8114-1994-4. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/111198> (контент)

#### **Дополнительная литература**

1. Глазырин, Александр Савельевич. Математическое моделирование электромеханических систем. Аналитические методы : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. С. Глазырин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 5.7 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader.. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m26.pdf> (контент)
2. Терехин, В. Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Б. Терехин, Ю. Н. Дементьев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 13 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2015. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader.. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m060.pdf> (контент)

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронный курс «Моделирование мехатронных, робототехнических систем» разработан для студентов очной формы обучения по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», Доступ <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=885>
2. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
4. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

ownCloud Desktop Client; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkeiPad; CODESYS Development System V3; Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView.

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

| №  | Наименование специальных помещений   | Наименование оборудования  |
|----|--|--|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2<br>220                       | Комплект учебной мебели на 56 посадочных мест;<br>Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.  |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2<br>103 | Унифицированный аппаратно-программный стенд - 1 шт.; Демо система Foxhого Evo для демонстрации и обучения - 1 шт.; Демо система Екш-ПЗ для демонстрации и обучения - 1 шт.; Стенд "Современные средства автоматизации" - 1 шт.;<br><br>Комплект учебной мебели на 14 посадочных мест; Тумба стационарная - 3 шт.;<br>Компьютер - 8 шт.; Проектор - 1 шт. |
| 3. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс)<br>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2<br>116А | Комплект учебной мебели на 22 посадочных мест;<br>Компьютер - 23 шт.; Принтер - 1 шт.;<br>Проектор - 2 шт.   |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.03.06 Мехатроника и робототехника / Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы / Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность  | ФИО          |
|------------|--------------|
| Доцент ОАР | Воронин А.В. |

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения автоматизации и робототехники (протокол № 6 от 05.06.2018 г.).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения  
на правах кафедры,  
к.т.н., доцент

  
\_\_\_\_\_/Филипас А. А./  
подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год                 | Содержание /изменение   | Обсуждено на заседании<br>Отделения автоматизации<br>и робототехники (протокол) |
|-----------------------------|---|---|
| 2018/2019<br>учебный<br>год | 1. Изменена система оценивания  | От «30» августа<br>2018 г. № 7  |
| 2019/2020<br>учебный<br>год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и<br>информационно-справочных систем<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС | От «28» июня<br>2019 г. № 18а   |
| 2020/2021<br>учебный<br>год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и<br>информационно-справочных систем<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС | От «01» сентября<br>2020 г. № 4а  |