

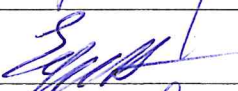
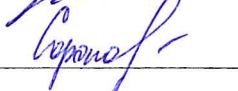
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИШНПТ

  
А.Н. Яковлев  
«01» 09 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

| Математическое моделирование                            |                                                                                                        |         |    |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----|
| Направление подготовки/<br>специальность                | 15.03.01 Машиностроение                                                                                |         |    |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | Машиностроение                                                                                         |         |    |
| Специализация                                           | Оборудование и высокоэффективные<br>технологии в автоматизированном<br>машиностроительном производстве |         |    |
| Уровень образования                                     | высшее образование - бакалавриат                                                                       |         |    |
| Курс                                                    | 4                                                                                                      | семестр | 8  |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)          | 3                                                                                                      |         |    |
| Виды учебной деятельности                               | Временной ресурс                                                                                       |         |    |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                    | Лекции                                                                                                 |         | 11 |
|                                                         | Практические занятия                                                                                   |         | 33 |
|                                                         | Лабораторные занятия                                                                                   |         |    |
|                                                         | ВСЕГО                                                                                                  |         | 44 |
| Самостоятельная работа, ч                               |                                                                                                        | 64      |    |
| ИТОГО, ч                                                |                                                                                                        | 108     |    |

|                                                                      |                                                                                      |                                 |                 |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Вид промежуточной<br>аттестации                                      | Зачет                                                                                | Обеспечивающее<br>подразделение | ОМ ИШНПТ        |
| Заведующий кафедрой -<br>руководитель отделения на<br>правах кафедры |  |                                 | В.А. Клименов   |
| Руководитель ООП                                                     |  |                                 | Е.А. Ефременков |
| Преподаватель                                                        |  |                                 | С.Н. Сорокова   |

2020г.

## 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)-2         | способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств                                                                                                                          | ПК(У)-2.36                                                  | Знает основы построения математических моделей проектных задач и технологических процессов машиностроительного производства                                                                                                          |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                       | ПК(У)-2.У6                                                  | Умеет проектировать и рассчитывать автоматизированные системы, транспортные и складские системы машиностроительных производств                                                                                                       |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                       | ПК(У)-2.В6                                                  | Владеет навыками проектирования и расчета автоматизированных систем машиностроительных производств и их подсистем, в том числе с использованием математического аппарата                                                             |
| ПК(У)-11        | умеет использовать стандартные средства автоматизации при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями                                                                                       | ПК(У)-11.35                                                 | Знает принципы моделирования автоматизированного оборудования и технологических процессов на базе стандартных средств автоматизированного проектирования                                                                             |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                       | ПК(У)-11.У5                                                 | Умеет строить и использовать математические модели для определения интенсивности нагружения деталей различными факторами внешней среды                                                                                               |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                       | ПК(У)-11.В5                                                 | Владеет опытом составления математических моделей для определения интенсивности нагружения деталей различными факторами внешней среды                                                                                                |
| ПК(У)-17        | умеет обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов | ПК(У)-17.32                                                 | Знает основные методики обработки и анализа результатов численных экспериментов по моделированию технических объектов и технологических процессов                                                                                    |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                       | ПК(У)-17.У2                                                 | Умеет выбирать аналитические и численные методы для обработки результатов моделей технических объектов и технологических процессов                                                                                                   |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                       | ПК(У)-17.В2                                                 | Владеет навыками обработки результатов численных экспериментов при анализе математических моделей технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования |

## 2. Место дисциплины (модуля) 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 |                                                                                                                                                                                                       | Компетенция                      |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                                                          |                                  |
| РД-1                                          | Применять базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области построения, анализа и моделирования типовых технологических процессов в машиностроении. | ПК(У)-2,<br>ПК(У)-11<br>ПК(У)-17 |
| РД-2                                          | Применять математические методы на практике для решения инженерных задач с использованием современных универсальных САЕ- программ                                                                     | ПК(У)-2,<br>ПК(У)-11<br>ПК(У)-17 |

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 (модуль) 1.</b><br><i>Фундаментальные основы математического моделирования</i> | РД-1                                         | Лекции                    | 3                 |
|                                                                                          |                                              | Практические занятия      | 6                 |
|                                                                                          |                                              | Лабораторные занятия      | -                 |
|                                                                                          |                                              | Самостоятельная работа    | 15                |
| <b>Раздел (модуль) 2.</b><br><i>Численные методы</i>                                     | РД-1                                         | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                          |                                              | Практические занятия      | 14                |
|                                                                                          |                                              | Лабораторные занятия      | -                 |
|                                                                                          |                                              | Самостоятельная работа    | 20                |
| <b>Раздел (модуль) 3.</b><br><i>Компьютерное моделирование</i>                           | РД-2                                         | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                          |                                              | Практические занятия      | 14                |
|                                                                                          |                                              | Лабораторные занятия      | -                 |
|                                                                                          |                                              | Самостоятельная работа    | 40                |

Содержание разделов дисциплины:

##### Раздел 1. Фундаментальные основы математического моделирования

Основные принципы математического моделирования. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, аэродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей. Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей. Математические модели в научных исследованиях. Математические модели в машиностроении.

##### Темы лекций:

1. Инженерные задачи и методология вычислительного эксперимента. Экспериментальные факторные модели
2. Вычислительные алгоритмы и погрешности вычислений. Основные понятия.

##### Названия практических работ:

1. Экспериментальная факторная модель технического объекта. Определение параметров модели.
2. Анализ и интерпретация экспериментальной факторной модели технического объекта. Аналитическое и численное решение алгебраических уравнений.
3. Анализ и интерпретация экспериментальной факторной модели технического

- объекта. Аналитическое и численное решение алгебраических уравнений Ч.1
4. Анализ и интерпретация экспериментальной факторной модели технического объекта. Аналитическое и численное решение алгебраических уравнений. Ч.2

## **Раздел 2. Численные методы**

Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов

### **Темы лекций:**

1. Анализ факторной модели технического объекта. Аналитическое и численное решение алгебраических уравнений
2. Математическая модель технического объекта на макроуровне. Динамические системы с сосредоточенными параметрами.

### **Названия практических работ:**

1. Анализ стационарных состояний нелинейной динамической системы. Фазовый портрет системы. Ч.1
2. Анализ стационарных состояний нелинейной динамической системы. Фазовый портрет системы. Ч.2
3. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Оценка погрешности решения. Визуально-ориентированное и модульное программирование в среде Mathcad.
4. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Оценка погрешности решения. Визуально-ориентированное и модульное программирование в среде Mathcad

## **Раздел 3. Компьютерное моделирование**

Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Пакеты прикладных программ.

### **Темы лекций:**

1. Моделирование переходных процессов в технических системах. Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений
2. Математические модели типовых элементов технических систем на микроуровне и численные методы их анализа.

### **Названия практических работ:**

1. Математические модели технических объектов на микроуровне. Одномерные модели нестационарных процессов. Численное решение уравнений гиперболического типа. Ч.1
2. Математические модели технических объектов на микроуровне. Одномерные модели нестационарных процессов. Численное решение уравнений гиперболического типа. Ч.2
3. Математические модели технических объектов на микроуровне. Одномерные модели нестационарных процессов. Численное решение уравнений параболического типа. Ч.1
4. Математические модели технических объектов на микроуровне. Одномерные модели нестационарных процессов. Численное решение уравнений параболического типа. Ч.2

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

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

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

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

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

#### **Основная литература**

1. Демидович, Б. П. Основы вычислительной математики: учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 672 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2025> (дата обращения: 15.05.2020) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный.
2. Введение в математическое моделирование: учебно-методическое пособие / Б. А. Вороненко, А. Г. Крысин, В. В. Пеленко, О. А. Цуранов. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2014. — 44 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/70823> (дата обращения: 15.05.2020) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный.
3. Шевцов, Г. С. Численные методы линейной алгебры : учебное пособие / Г. С. Шевцов, О. Г. Крюкова, Б. И. Мызникова. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 496 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1800> (дата обращения: 15.05.2020) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный
4. Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах: учебное пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 448 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/65043> (дата обращения: 15.05.2020) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный.

#### **Дополнительная литература**

1. Срочко, В. А. Численные методы. Курс лекций : учебное пособие / В. А. Срочко. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 208 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/378> - (дата обращения: 15.05.2020) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный.
2. Охорзин, В. А. Прикладная математика в системе MATHCAD : учебное пособие / В. А. Охорзин. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2009. - 352 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/294> (дата обращения: 15.05.2020) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный
3. Слабнов, В. Д. Численные методы: учебник / В. Д. Слабнов. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 392 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/133925> (дата обращения: 15.05.2020) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный.
4. Ревинская, О. Г. Символьные вычисления в MatLab : учебное пособие для вузов / О. Г. Ревинская. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 528 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/149344> - (дата обращения: 15.05.2020) - Режим доступа: из

корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный.

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Справочный материал по работе в IDE Lazarus  
[https://wiki.freepascal.org/Lazarus\\_Documentation/ru](https://wiki.freepascal.org/Lazarus_Documentation/ru)
2. Литература по численным методам – <http://eek.diary.ru/p178707231.htm>.
3. Международный научно-образовательный сайт – <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>.
4. Справочные материалы о работе в программных вычислительных пакетах  
[https://exponenta.ru/academy/study\\_material](https://exponenta.ru/academy/study_material)
5. Справочные материалы на сайте преподавателя  
[https://portal.tpu.ru/SHARED/s/S\\_SOROKOVA/teaching/Tab1](https://portal.tpu.ru/SHARED/s/S_SOROKOVA/teaching/Tab1)

Информационно-справочные системы:

1. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>
2. Справочно-правовая система КонсультантПлюс – <http://www.consultant.ru/>

Профессиональные Базы данных:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>

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

1. IDE Lazarus
2. Mathcad Prime 6.0 Academic Floating
3. MATLAB Full Suite R2020a TАН Concurrent

## 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 (учебная лаборатория)<br>634034 г. Томская область, Томск, Тимакова, д.12, учебный корпус №16а, аудитория 210/6 | Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест;<br>Шкаф для одежды - 1 шт.;<br>Компьютер - 10 шт.               |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория)<br>634034 г. Томская область, Томск, Тимакова, д.12,                                      | Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест;<br>Компьютер - 2 шт.;<br>Проектор - 1 шт.;<br>Телевизор - 2 шт. |

|  |                                                               |  |
|--|---------------------------------------------------------------|--|
|  | учебный корпус №16а, 304-<br>поточная лекционная<br>аудитория |  |
|--|---------------------------------------------------------------|--|

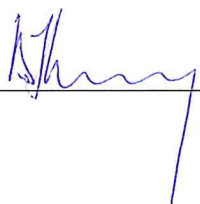
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.03.01 Машиностроение, профиль «Машиностроение», специализация «Оборудование и высокоэффективные технологии в автоматизированном машиностроительном производстве» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность |  | ФИО           |
|-----------|--|---------------|
| Доцент ОМ |  | С.Н. Сорокова |

Программа одобрена на заседании ОМ ИШНПТ (протокол № 36/1 от 01.09.2020г.)

Руководитель выпускающего отделения,  
д.т.н, профессор

 /В.А. Клименов/