

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

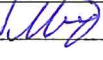
«30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**Математические методы в инженерии**

|                                                         |                                                                            |         |   |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------|---|
| Направление подготовки/<br>специальность                | <b>15.04.01 Машиностроение</b>                                             |         |   |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | Автоматизация технологических процессов и<br>производства в машиностроении |         |   |
| Специализация                                           | Автоматизация технологических процессов и<br>производства в машиностроении |         |   |
| Уровень образования                                     | высшее образование - магистратура                                          |         |   |
| Курс                                                    | 2                                                                          | семестр | 3 |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)          | 3                                                                          |         |   |
| Виды учебной деятельности                               | Временной ресурс                                                           |         |   |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                    | Лекции                                                                     | 16      |   |
|                                                         | Практические занятия                                                       | 16      |   |
|                                                         | Лабораторные занятия                                                       | 16      |   |
|                                                         | ВСЕГО                                                                      | 48      |   |
| Самостоятельная работа, ч                               |                                                                            | 60      |   |
| ИТОГО, ч                                                |                                                                            | 108     |   |

|                                 |              |                                 |           |
|---------------------------------|--------------|---------------------------------|-----------|
| Вид промежуточной<br>аттестации | <b>Зачет</b> | Обеспечивающее<br>подразделение | <b>ОМ</b> |
|---------------------------------|--------------|---------------------------------|-----------|

|                                                                                      |                                                                                      |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Заведующий кафедрой -<br>руководитель Отделения<br>Руководитель ООП<br>Преподаватель |  | Клименов В.А. |
|                                                                                      |   | Мартюшев Н.В. |
|                                                                                      |   | Сорокина С.Н. |

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                                                                                                                                                                      |
| ОПК(У)-1        | Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки                                                                                                                                     | ОПК(У)-1.В1                                                 | Владеет опытом применения методов решения научных и технических проблем в машиностроении                                                                                          |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                | ОПК(У)-1.У1                                                 | Умеет применять методы решения научных и технических проблем в машиностроении                                                                                                     |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                | ОПК(У)-1.У2                                                 | Умеет решать проблемы проектирования и изготовления машиностроительных изделий                                                                                                    |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                | ОПК(У)-1.31                                                 | Знает методы решения научных и технических проблем в машиностроении                                                                                                               |
| ОПК(У)-2        | Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы                                                                                                                                                     | ОПК(У)-2.У1                                                 | Умеет применять физико-математические методы при моделировании задач в области машиностроительных производств и их конструкторско-технологического обеспечения                    |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                | ОПК(У)-2.У2                                                 | Умеет использовать пакеты прикладных программ и компьютерной графики, при решении инженерных и исследовательских задач                                                            |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                | ОПК(У)-2.31                                                 | Знает современные физико-математические методы, применяемые в инженерной и исследовательской практике                                                                             |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                | ОПК(У)-2.32                                                 | Знает пакеты прикладных программ и компьютерной графике                                                                                                                           |
| ОПК(У)-14       | Способен выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении                                                                                     | ОПК(У)-14.В1                                                | Владеет навыками выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                | ОПК(У)-14.У1                                                | Умеет выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении           |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                | ОПК(У)-14.31                                                | Знает аналитические и численные методы, используемые при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении      |
| ПК(У)-9         | Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов | ПК(У)-9.В1                                                  | Владеет опытом разработки физических и математических моделей исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере            |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                | ПК(У)-9.У1                                                  | Умеет разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов                                                                                  |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                | ПК(У)-9.31                                                  | Знает принципы разработки физических и математических моделей исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере            |

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части, модулю общепрофессиональных дисциплин (М1.ВМ1.4) 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                                                                                                                            |             |
| РД1                                           | Умение анализировать полученную информацию; применять полученные фундаментальные знания в качестве основы профессиональной деятельности | ОПК(У)-2    |
| РД2                                           | Применять глубокие знания в области современных технологий                                                                              | ОПК(У)-1,   |

|     |                                                                                                                                                                                                   |           |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|     | машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения                           | ОПК(У)-14 |
| РДЗ | Решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения | ПК(У)-9   |

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>Случайные события, случайные величины и их математические модели</i>                        | РД-1                                         | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                                                             |                                              | Практические занятия      | 6                 |
|                                                                                                                             |                                              | Лабораторные занятия      | 2                 |
|                                                                                                                             |                                              | Самостоятельная работа    | 16                |
| <b>Раздел (модуль) 2</b><br><i>Погрешности измерений</i>                                                                    | РД-2                                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                                             |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                                                                             |                                              | Лабораторные занятия      | 2                 |
|                                                                                                                             |                                              | Самостоятельная работа    | 6                 |
| <b>Раздел (модуль) 3</b><br><i>Проверка статистических гипотез</i>                                                          | РД-2<br>РД-3                                 | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                                             |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                                                                             |                                              | Лабораторные занятия      | 2                 |
|                                                                                                                             |                                              | Самостоятельная работа    | 6                 |
| <b>Раздел (модуль) 4</b><br><i>Статистические методы построения эмпирических формул</i>                                     | РД-2,<br>РД-3                                | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                                             |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                                                                             |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                                                                                                             |                                              | Самостоятельная работа    | 14                |
| <b>Раздел (модуль) 5</b><br><i>Математические методы анализа и интерпретация результатов экспериментальных исследований</i> | РД-2<br>РД-3                                 | Лекции                    | 6                 |
|                                                                                                                             |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                                                                             |                                              | Лабораторные занятия      | 6                 |
|                                                                                                                             |                                              | Самостоятельная работа    | 18                |

Содержание разделов дисциплины:

##### **Раздел 1. Случайные события, случайные величины и их математические модели**

Случайные явления и их математические модели. Пространство элементарных событий. Многомерные случайные величины. Плотность совместного распределения случайных величин. Ковариационная матрица. Выборочный метод. Общие понятия о генеральной совокупности и выборке. Эмпирическая функция распределения. Числовые характеристики выборки: эмпирическое среднее, дисперсия, размах выборки, коэффициент вариации, стандартное отклонение, мода, медиана, моменты, асимметрия, эксцесс

##### **Темы лекций:**

1. Случайные события, случайные величины и их математические модели
2. Использование различных математических пакетов для описания инженерных задач,

*опыт применения, простейшие примеры.*

**Темы практических занятий:**

1. Основные понятия и теоремы теории вероятностей (приложения к решению инженерных задач).
2. Приложение теории вероятностей к решению простейших задач теории надежности.
3. Основные вероятностные распределения (доклады по рефератам).

**Названия лабораторных работ**

1. Анализ эмпирических распределений. Числовые характеристики выборки.

|                                        |
|----------------------------------------|
| <b>Раздел 2. Погрешности измерений</b> |
|----------------------------------------|

Классификация ошибок измерения: грубые, систематические, случайные ошибки. Закон распределения случайных ошибок измерения: вероятностная модель, нормальный закон распределения, функция Лапласа, правило «трех сигм». Закон больших чисел, неравенство и теорема Чебышева, теорема Ляпунова. Понятие о точечных и интервальных оценках параметров распределения случайной величины. Свойства точечных оценок: состоятельность, несмещенность, эффективность. Точечная и интервальная оценка истинного значения измеряемой величины. Точечная и интервальная оценка погрешности измерений. Использование неравенства Чебышева при построении доверительных интервалов

**Темы лекций:**

1. Погрешности измерений.

**Темы практических занятий:**

1. Обработка результатов прямых многократных измерений

**Названия лабораторных работ:**

1. Точечные и интервальные (доверительные) оценки параметров нормально распределенной случайной величины.

|                                                  |
|--------------------------------------------------|
| <b>Раздел 3. Проверка статистических гипотез</b> |
|--------------------------------------------------|

Основные понятия и определения. Алгоритм проверки статистических гипотез. Критерии согласия Колмогорова, омега-квадрат, «хи-квадрат». Приближенная проверка гипотезы о нормальности распределения с помощью выборочных коэффициентов асимметрии и эксцесса. Проверка однородности наблюдений, исключение грубых ошибок измерений. Сравнение средних, критерий Стьюдента. Сравнение дисперсий, критерии Фишера, Бартлета

**Темы лекций:**

1. Проверка статистических гипотез

**Темы практических занятий:**

1. Основные параметрические гипотезы о равенстве дисперсий и математических ожиданий.

**Названия лабораторных работ:**

1. Предварительная статистическая обработка экспериментальных данных. Проверка статистических гипотез.

|                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 4. Статистические методы построения эмпирических формул</b> |
|-----------------------------------------------------------------------|

Понятие о прямых и косвенных измерениях. Задача подбора эмпирической формулы.

Метод наименьших квадратов. Нормальная система уравнений. Полиномиальная аппроксимация эмпирических данных методом наименьших квадратов: линейная и квадратичная зависимости, общий случай многочлена произвольной степени. Простейшие нелинейные зависимости, спрямляющая замена переменных. Общий случай моделей нелинейных по параметрам, понятие о нелинейном методе наименьших квадратов. Обобщенные полиномы, ортогональные системы функций, полиномы Чебышева, тригонометрические полиномы. Выбор оптимальной формы связи между измеряемыми физическими величинами.

**Темы лекций:**

*1. Статистические методы построения эмпирических формул*

**Темы практических занятий:**

1. Линейный и нелинейный метод наименьших квадратов

**Названия лабораторных работ:**

1. Линейная регрессия.
2. Нелинейная регрессия. Выбор оптимальной степени аппроксимирующего многочлена.

|                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 5. Математические методы анализа и интерпретация результатов экспериментальных исследований</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Сглаживание эмпирических данных и численное дифференцирование. Линейное сглаживание по трем и пяти точкам. Нелинейное сглаживание по семи точкам. Простейшие формулы численного дифференцирования. Оценка погрешности и повышение точности численного дифференцирования по правилу Рунге. Выбор оптимального шага численного дифференцирования. Постановка задачи приближения функций. Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона. Интерполяция сплайнами. Простейшие квадратурные формулы: прямоугольников, трапеций, Симпсона, Буля. Практическая оценка погрешностей квадратурных формул и уточнение результатов численного интегрирования по правилу Рунге

**Темы лекций:**

- 1. Математические методы анализа и интерпретация результатов экспериментальных исследований*
- 2. Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона. Интерполяция сплайнами.*
- 3. Численное интегрирование и дифференцирование. Использование библиотек MathCad и MatLab*

**Темы практических занятий:**

1. Математические методы построения интерполяционных зависимостей.
2. Сглаживание экспериментальных данных, численное дифференцирование и интегрирование

**Названия лабораторных работ:**

1. Интерполяция экспериментальных данных и численное интегрирование.
2. Сглаживание экспериментальных данных и численное дифференцирование. Ч1.
3. Сглаживание экспериментальных данных и численное дифференцирование. Ч2.

**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;
- 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;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

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

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

1. Иванов, Д. Ю. Введение в математическую обработку результатов эксперимента: учебное пособие / Д. Ю. Иванов, Т. Н. Князева, Ю. Н. Лазарева; под редакцией Д. Л. Фёдорова. - Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. - 43 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/122060> (дата обращения: 20.05.2019)- Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный
2. Иванов, Б. Н. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / Б. Н. Иванов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 224 с. —URL: <https://e.lanbook.com/book/> (дата обращения: 20.05.2019)- Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный.
3. Олегин, И. П. Введение в численные методы: учебное пособие / И. П. Олегин, Д. А. Красноруцкий. — Новосибирск : НГТУ, 2018. — 115 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118322> (дата обращения: 20.05.2019) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный
4. Поддаева, О. И. Методы экспериментального и численного моделирования : учебно-методическое пособие / О. И. Поддаева, А. Н. Федосова, П. С. Чурин. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2019. — 68 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/143108> (дата обращения: 20.05.2019) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный.

### **Дополнительная литература:**

1. Чернусь, П. П. Численные методы и их применение в Matlab : учебное пособие / П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. — 90 с. —URL: <https://e.lanbook.com/book/122101> (дата обращения: 20.05.2019) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный
2. Амосов, А. А. Вычислительные методы : учебное пособие / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 672 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/42190> (дата обращения: 20.05.2019) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный
3. Квасов, Б. И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab : учебное пособие / Б. И. Квасов. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 328 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/> (дата обращения: 20.05.2019) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный

4. Кудрявцев, Е. М. Справочник по Mathcad 11: справочник / Е. М. Кудрявцев. - Москва: ДМК Пресс, 2009. - 181 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/1173> (дата обращения: 20.05.2019) - 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. <http://www.exponenta.ru/>
2. <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>
3. <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>
4. <https://www.youtube.com/user/MATLABinRussia>
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. Информационно-справочная система КОДЕКС – <https://kodeks.ru/>
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. Mathcad Prime 6.0 Academic Floating
2. MATLAB Full Suite R2020a TАН Concurrent
3. Google Chrome;
4. Mozilla Firefox ESR.
5. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
6. Document Foundation LibreOffice;
7. Zoom Zoom.

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

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                                                     | Наименование оборудования                                                                                                                                                                  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, Тимакова, д.12, учебный корпус №16а, аудитория 210/6 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Компьютер - 10 шт.</li> <li>– Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.;</li> </ul>                                  |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск,                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест;</li> <li>– Компьютер - 2 шт.;</li> <li>– Проектор - 1 шт.;</li> <li>– Телевизор - 2 шт.</li> </ul> |

|                                                                              |  |
|------------------------------------------------------------------------------|--|
| Тимакова, д.12, учебный корпус<br>№16а, 304-поточная лекционная<br>аудитория |  |
|------------------------------------------------------------------------------|--|

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.04.01 Машиностроение / Автоматизация технологических процессов и производства в машиностроении (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

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

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения материаловедения Инженерной школы новых производственных технологий (протокол №19/1 от 01.07.2019).

Заведующий кафедрой –  
руководитель Отделения,  
д.т.н, профессор

  
подпись /Клименов В.А./

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год | Содержание /изменение                                                                                                                                                                                                               | Обсуждено на заседании<br>Отделения Материаловедения<br>(протокол) |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 2019/2020   | 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 | протокол №19/1<br>от 01.07.2019                                    |
|             |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                    |