

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШИТР

Сонькин Д.М.

«15» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ПРИЕМ 2018 г.**

**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная**

**Моделирование систем и процессов**

|   |   |         |   |
|---|---|---------|---|
| Направление подготовки/<br>специальность                      | 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов<br>и производств»             |         |   |
| Образовательная<br>программа<br>(направленность<br>(профиль)) | Автоматизация технологических процессов и<br>производств в нефтегазовой отрасли |         |   |
| Специализация   | Автоматизация технологических процессов и<br>производств в нефтегазовой отрасли |         |   |
| Уровень образования   | высшее образование - бакалавриат  |         |   |
| Курс  | 5   | семестр | 9 |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)                | 3   |         |   |
| Виды учебной<br>деятельности                                  | Временной ресурс  |         |   |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                          | Лекции  | 6       |   |
|   | Практические занятия  | 8       |   |
|   | Лабораторные занятия  | 6       |   |
|   | ВСЕГО   | 20      |   |
| Самостоятельная работа, ч                                     |   | 88      |   |
| ИТОГО, ч  |   | 108     |   |

Вид промежуточной  
аттестации

Экзамен

Обеспечивающее  
подразделение

Отделение  
автоматизации и  
робототехники

Заведующий кафедрой -  
руководитель ОАР  
Руководитель ООП

Преподаватель

А.А.Филипас

А.В.Воронин

Л.И. Худоногова

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)-2         | Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий | ПК(У)-2B2   | Владеет опытом выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей технологических установок   |
|                 |  | ПК(У)-2У2   | Умеет применять аналитические и численные методы при разработке математических моделей технологических установок  |
|                 |  | ПК(У)-232   | Знает аналитические и численные методы моделирования, а также правила выбора наиболее подходящего метода при разработке математических моделей технологических установок  |
| ПК(У)-19        | Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами       | ПК(У)-19B1  | Владеет навыками имитационного и математического моделирования систем и процессов   |
|                 |  | ПК(У)-19У1  | Умеет использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления  |
|                 |  | ПК(У)-1931  | Знает классификацию моделей систем и процессов, их виды и виды моделирования, принципы и методологию функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов; методы построения моделирующих алгоритмов   |
|                 |  | ПК(У)-19B4  | Владеет навыками использования систем автоматизированного моделирования и исследования технических систем на ЭВМ  |
|                 |  | ПК(У)-19У4  | 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; планировать машинные эксперименты, получать и правильно интерпретировать их результаты; пользоваться системами автоматизированного моделирования и исследования технических систем на ЭВМ |
|                 |  | ПК(У)-1934  | Знает принципы математического и имитационного моделирования автоматических систем управления; методы получения и исследования математических моделей объектов различной физической природы   |

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Моделирование систем и процессов» относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы (элективная дисциплина).

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |   | Компетенция |
|---|---|-------------|
| Код   | Наименование  |             |
| РД1   | Использовать современные информационные технологии при моделировании процессов, производств.  | ПК(У)-2     |
| РД2   | Применять технологии, инструментальные средства и средства вычислительной техники при организации процессов проектирования, и испытания продукции, средства и системы автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством. | ПК(У)-19    |

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.<br/>Общие понятия теории моделирования</b>                                      | РД1  | Лекции                    | 2                 |
|   |  | Практические занятия      | 0                 |
|   |  | Лабораторные занятия      | 0                 |
|   |  | Самостоятельная работа    | 14                |
| <b>Раздел (модуль) 2.<br/>Топологические методы математического моделирования динамических систем</b> | РД2  | Лекции                    | 2                 |
|   |  | Практические занятия      | 2                 |
|   |  | Лабораторные занятия      | 2                 |
|   |  | Самостоятельная работа    | 20                |
| <b>Раздел (модуль) 3.<br/>Численные методы моделирования динамических систем</b>                      | РД1<br>РД2                                   | Лекции                    | 0                 |
|   |  | Практические занятия      | 2                 |
|   |  | Лабораторные занятия      | 2                 |
|   |  | Самостоятельная работа    | 20                |
| <b>Раздел (модуль) 4.<br/>Методы и средства автоматизированного моделирования систем</b>              | РД1<br>РД2                                   | Лекции                    | 0                 |
|   |  | Практические занятия      | 2                 |
|   |  | Лабораторные занятия      | 2                 |
|   |  | Самостоятельная работа    | 20                |
| <b>Раздел (модуль) 5.<br/>Имитационное моделирование систем</b>                                       | РД1<br>РД2                                   | Лекции                    | 2                 |
|   |  | Практические занятия      | 2                 |
|   |  | Лабораторные занятия      | 2                 |
|   |  | Самостоятельная работа    | 14                |

Содержание разделов дисциплины:

### **Раздел 1. Общие понятия теории моделирования**

Предмет и задача курса. Задача моделирования. Моделирование как метод технической кибернетики. Методы моделирования - физическое, натурное, математическое, на ЭВМ, ЦВМ, гибридных вычислительных комплексах. Математическое моделирование и математические модели. Классификация методов математического моделирования применительно к этапу построения математической модели. Основные положения теории подобия и подходы к построению математических моделей.

#### **Темы лекций:**

1. Задача моделирования. Методы моделирования. Классификация методов математического моделирования

### **Раздел 2. Топологические методы математического моделирования динамических систем**

Идеология топологических методов моделирования. Метод графов связей. Основные термины и определения графов связей. Физические интерпретации потоков и усилий, математических моделей компонентов. Построение графов связей электрической схемы. Эквивалентные преобразования графа. Типовые компоненты силовых приводов и управляющих алгоритмов. Математические модели типовых компонентов для решения задач моделирования динамики пространственных механизмов. Модели систем с элементами различной физической природы.

#### **Темы лекций:**

1. Построение графов связей электрической схемы. Эквивалентные преобразования графа

#### **Темы практических занятий:**

1. Модель процесса в IDEF0

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Моделирование пространственного механизма с учетом вязкого трения в среде SIMSCAPE MULTIBODY
2. Изучение режимов моделирования в среде SIMSCAPE MULTIBODY

### **Раздел 3. Численные методы моделирования динамических систем**

Механизмы продвижения модельного времени. Алгоритмы численного моделирования динамических систем. Методы численного интегрирования - явные и неявные, одношаговые и многошаговые. Методы разных порядков. Алгебраизация и линеаризация дифференциальных уравнений. Процедуры численного моделирования с автоматическим выбором шага. Рекомендации по выбору методов численного интегрирования. Моделирование гибридных (событийно-управляемых) динамических систем.

#### **Темы практических занятий:**

1. Процедуры численного моделирования (явный метод Эйлера, метод Рунге-Кутты 4 порядка)
2. Диаграмма состояний и переходов

**Названия лабораторных работ:**

1. Моделирование электронных устройств в среде NI MULTISIM

|   |
|---|
| <b>Раздел 4. Методы и средства автоматизированного моделирования систем</b> |
|---|

Системы автоматизированного моделирования и принципы их построения. Особенности и функциональные возможности современных систем автоматизированного моделирования. Иерархическое проектирование и многоуровневое моделирование автоматизированных систем. Архитектура программ автоматизированного моделирования. Графический интерфейс программ математического моделирования динамических систем. Методы построения моделирующих программ. Решатели для структурного и мультидоменного моделирования. Классификация пакетов моделирования технических систем.

**Темы практических занятий:**

2. Решатели для структурного и мультидоменного моделирования – характеристики и сравнительный анализ

**Названия лабораторных работ:**

1. Моделирование процессов в АЦП в среде NI MULTISIM

|  |
|--|
| <b>Раздел 5. Имитационное моделирование систем</b> |
|--|

Суть имитационного моделирования. Основные требования к имитационной модели. Этапы построения имитационной модели. Построение концептуальной модели и ее формализация. Структура имитационной модели. Алгоритмизация модели системы и ее машинная реализация. Принципы построения моделирующих алгоритмов. Получение и интерпретация результатов моделирования. Построение имитационной модели системы управления подвижным объектом.

**Темы лекций:**

1. Имитационное моделирование.

**Темы практических занятий:**

1. Алгоритмизация модели системы и ее машинная реализация в различных системах автоматизированного моделирования

**Названия лабораторных работ:**

1. Моделирование генератора сигналов в среде NI LabVIEW

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

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в 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
- Перевод текстов с иностранных языков

- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям
- Подготовка к зачету.

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

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

Основная литература:

1. Советов Б.Я. Моделирование систем: учебник для академического бакалавриата / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. 7-е изд., М.: Изд. Юрайт, 2014. – 343 с. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-85.pdf>
2. Голубева Н.В.: Математическое моделирование систем и процессов. Учебное пособие / Голубева Н.В. Изд.: Лань, 2016. – 192 с. Схема доступа: [https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=76825](https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76825) (дата обращения: 04.10.2018)
3. Петров А.В. Моделирование систем и процессов. Учебное пособие / Издательство "Лань", 2015. – 288 с. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/68472> (дата обращения: 04.10.2018)

Дополнительная литература:

1. Волкова В.Н. Моделирование систем и процессов. Практикум. Учебное пособие для академического бакалавриата / В. Н. Волкова [и др.]; под ред. В. Н. Волковой. — М. : Изд. Юрайт, 2018. – 295 с.
2. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем / Минск: Новое знание, 2013. – 584 с. Схема доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4324](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4324) (дата обращения: 04.10.2018)

### **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Internet-ресурсы:

1. MATLAB - MathWorks - MATLAB & Simulink [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.mathworks.com/> – Загл. с экрана.
2. Официальный сайт среды разработки LabView [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.labview.ru/> – Загл. с экрана.

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**):

1. MATLAB 2019b.
2. NI MULTISIM 13.0.
3. NI LabVIEW 2009.

## **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>(Учебный корпус № 10), аудитория 415   | Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 4 шт.; Тумба подкатная - 5 шт.; Стол лабораторный - 5 шт.; Комплект учебной мебели на 34 посадочных мест; Макет космического аппарата ГЛОНАСС-К в масштабе 1:10 - 1 шт.; Макет космического аппарата ЛУЧ в масштабе 1:10 - 1 шт.; Макет космического аппарата МОЛНИЯ в масштабе 1:10 - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. |
| 2. | 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>(Учебный корпус № 10), аудитория 106  | Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Тумба стационарная - 2 шт.; Компьютер - 9 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>(Учебный корпус № 10), аудитория 116А   | Компьютер - 22 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 2 шт. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; Visual C++ Redistributable Package; PascalABC.NET; MATLAB Full Suite R2020a TАН Concurrent; MathType 6.9 Lite; K-Lite Codec Pack; GNU Lesser General Public License 3; GNU General Public License 2 with the Classpath Exception; GNU General Public License 2; Far Manager; Chrome "634028,    |
| 4. | 208а 208б<br><b>208А-Компьютерный класс</b><br>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) Комплект учебной мебели на 9 посадочных мест; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Генератор Г 6-34 - 1 шт.; Контрольно-измерительный лабораторный комплекс NI ELVIS+USB6251 - 6 шт.; Прибор Б 5-47 - 2 шт.; Прибор В 7-38 - 3 шт.; Установка СКУ-59 - 1 шт.; Генератор Г 6-26 - 1 шт.; Анализатор СК 4-58 - 1 шт.; Прибор Е - 712 - 1 шт.; Единая платформа ELVIS - 4 шт.; Генератор Г 4-158 - 2 шт.; Генератор Г 4-143 - 1 шт.; Фазометр Ф 2-34 - 3 шт.; Настольная лабораторная станция | 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2   |

| № | Наименование специальных помещений  | Наименование оборудования |
|---|---|---------------------------|
|   | <p>ELVIS II - 15 шт.;Источник питания Б5-46 - 2 шт.;Цифровой мультиметр АКТАКОМ АМ-1097 - 1 шт.;Фазометр ФК 2-12 - 1 шт.;Прибор В 6-10 - 1 шт.;Прибор Г 3-121 - 1 шт.;Генератор Г 3-112 - 2 шт.;Лабораторная станция ELVIS II - 9 шт.;Генератор Г 3-118 - 3 шт.;Частотомер Ч 3-57 - 1 шт.;Прибор В 7-40/1 - 1 шт.;Прибор РЧ3-07 - 1 шт.; Компьютер - 9 шт.; Проектор - 1 шт. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; Visual C++ Redistributable Package; MathType 6.9 Lite; LabVIEW 2009 Academic Site License Campus Teaching; K-Lite Codec Pack; GNU Lesser General Public License 3; GNU General Public License 2 with the Classpath Exception; GNU General Public License 2; Far Manager; Chrome</p> <p><b>208Б-Компьютерный класс</b></p> <p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) Комплект учебной мебели на 11 посадочных мест;Шкаф для документов - 2 шт.;</p> <p>Рабочее место студента для проведения курсов обучения разработки систем измерений,испытаний и контроля в графической среде LabVIEW - 10 шт.;ИБП Ippon Smart Power Pro 1000 - 1 шт.;</p> <p>Компьютер - 11 шт.; Проектор - 1 шт. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; Visual C++ Redistributable Package; Project 2010 Standard Russian Academic; Mozilla Public License 2.0; MathType 6.9 Lite; LabVIEW 2009 Academic Site License Campus Teaching; K-Lite Codec Pack; GNU Lesser General Public License 3; GNU General Public License 2 with the Classpath Exception; GNU General Public License 2</p> |                           |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, профиль / специализация «Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли » (приема 2018 г., заочная форма обучения).



Разработчики:

| Должность |  | Ф.И.О.          |
|-----------|--|-----------------|
| Доцент    |  | Худоногова Л.И. |
|           |  |                 |

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения автоматизации и робототехники (протокол № 6, от 5.06.2018 г.)

Заведующий кафедрой –  
руководитель ОАР  
к.т.н, доцент  
А.А/



\_\_\_\_\_/ Филипас

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год                 | Содержание /изменение  | Обсуждено на заседании<br>Отделения автоматизации<br>и робототехники (протокол) |
|-----------------------------|--|---|
| 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 дисциплин и практик<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС<br>5. Изменено содержание подразделов 7.1, 8.1 ООП | Протокол от «01»<br>сентября<br>2020 г. № 4а                                    |