

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


УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИШЭ  
Матвеев А.С.  
«25» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ПРИЕМ 2019 г.  
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ  
УСТРОЙСТВ, КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

Направление подготовки/ специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электромеханические системы автономных объектов и автоматизированный электропривод		
Специализация	Энергосберегающие режимы электротехнического оборудования		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	8	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		60	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	Зачет	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ
---------------------------------	-------	---------------------------------	-----

И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения на правах кафедры			А.С. Ивашутенко
Руководитель ООП			А.Г. Гарганеев
Преподаватель			Н.А. Воронина

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

ПК(У)-2	Способен применять методы создания и анализа имитационных моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности.	И.ПК(У)-2.1	Представляет электротехнические комплексы и системы в виде структурных и функциональных схем	ПК(У)-2.1В1	Владеет способами создания имитационных моделей электротехнических комплексов и систем
				ПК(У)-2.1У1	Умеет моделировать различные структурные схемы электротехнических систем и выполнять их анализ
				ПК(У)-2.1З1	Знает основные критерии устойчивости, наблюдаемости, управляемости и качества управления электротехническими системами
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	И.УК(У)-3.1	Планирует командную работу, распределяет поручения и полномочия между членами команды. Организует обсуждение разных идей и мнений	УК(У)-3.1В1	Владеет навыками командного взаимодействия и планирования работ
				УК(У)-3.1У1	Умеет вырабатывать стратегию сотрудничества и на ее основе организует работу команды для достижения поставленной цели
				УК(У)-3.1З1	Знает особенности поведения и мнения людей, с которыми работает в команде

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

Дисциплина относится к вариативной 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		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Применять информационные и информационно-коммуникационные технологии, владеть инструментальными средствами для решения профессиональных задач	И.ПК(У)-4.1 И.УК(У)-3.1
РД 2	Исследовать и анализировать качество управления электротехнических систем, имеющих различные структурные схемы	И.ПК(У)-4.1 И.УК(У)-3.1
РД 3	Проводить эксперименты по заданным методикам с последующей обработкой и анализом результатов	И.ПК(У)-4.1 И.УК(У)-3.1

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> Основы компьютерного и математического моделирования электротехнических устройств, комплексов и систем	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	20
<b>Раздел 2.</b> Динамические системы	РД2, РД3	Лекции	6
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	20
<b>Раздел 3.</b> Моделирование электротехнических систем	РД2, РД3	Лекции	6
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

##### **Раздел 1. Основы компьютерного и математического моделирования электротехнических устройств, комплексов и систем**

Основные понятия и определения компьютерного и математического моделирования электротехнических устройств, комплексов и систем. Классификация моделей.

##### **Темы лекций:**

1. Основные термины и определения компьютерного и математического моделирования электротехнических устройств, комплексов и систем. Моделирование в системе Mathcad.
2. Работа с системой Matlab и средой моделирования Matlab/Simulink.

##### **Темы практических занятий:**

1. Концепция структурного моделирования электротехнических устройств, комплексов и систем.
2. Моделирование в программном продукте Mathcad и среде моделирования Matlab/Simulink.

##### **Названия лабораторных работ:**

1. Моделирование и исследование процессов в  $RL$  и  $RC$ –цепей.
2. Моделирование и исследование процессов в  $RLC$ –цепи.

##### **Раздел 2. Динамические системы**

Динамические системы. Моделирование структурных схем.

##### **Темы лекций:**

1. Дробно-рациональные функции. Импульсные функции. Преобразование Лапласа. Понятие линейного динамического звена. Передаточная функция. Структурная схема. Моделирование структурных схем.
2. Понятие многомерной динамической системы. Математические модели в пространстве состояний. Взаимосвязь видов моделей многомерных систем.

3. Необходимое условие устойчивости. Критерий Рауса. Критерий Гурвица. Частотные критерии устойчивости.

**Темы практических занятий:**

1. Моделирование структурных схем с использованием операторного метода (преобразование Лапласа). Критерии устойчивости.

**Названия лабораторных работ:**

1. Моделирование переходных процессов в трансформаторе.
2. Моделирование переходных процессов в асинхронном двигателе в трех осях.

<b>Раздел 3. Моделирование электротехнических систем</b>
--

Основы построения матричных систем. Использование преобразования Лапласа. Алгоритмы формирования векторно-матричных моделей.

**Темы лекций:**

1. Вычислительные алгоритмы формирования векторно-матричных моделей в дискретном времени.
2. Обобщенный функционал качества управления. Синтез оптимального управления. Оценка качества переходного процесса при воздействии ступенчатой функции. Оценка качества при гармонических воздействиях.
3. Синусоидально изменяющиеся величины и их характеристики. Тригонометрический ряд. Формулы Эйлера-Фурье. Тригонометрический ряд с произвольным периодом.

**Темы практических занятий:**

1. Оценка качества переходного процесса при моделировании электротехнических систем. Применение метода Эйлера.

**Названия лабораторных работ:**

1. Моделирование переходных процессов в асинхронном двигателе в двух осях.
2. Система регулирования напряжения генератора постоянного тока.

## **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;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

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

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

Основная литература:

1. Терёхин В. Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и

переменного тока в Simulink: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Б. Терёхин, Ю. Н. Дементьев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 9.2 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m034.pdf>.

2. Компьютерное моделирование электромеханических систем постоянного и переменного тока в среде MATLAB Simulink: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю. Н. Дементьев [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — 1 компьютерный файл (pdf; 9 883 KB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2018. — Заглавие с титульного экрана. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2018/m035.pdf>.

3. Фурсов В. Б. Моделирование электропривода: учебное пособие / В. Б. Фурсов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 220 с. — Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/121467> (дата обращения: 02.04.2019).

Дополнительная литература:

1. Поршнев С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB: учебное пособие / С. В. Поршнев. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 736 с. — Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/650> (дата обращения: 02.04.2019).

2. Стефанова И. А. Обработка данных и компьютерное моделирование: учебное пособие / И. А. Стефанова. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 112 с. — Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/126939> (дата обращения: 02.04.2019).

3. Краснов И. Ю. Математическое моделирование в электротехнике: учебное пособие / И. Ю. Краснов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования (ИДО). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — 124 с.: ил.. — Библиогр.: с. 121-123.

## **6.2 Информационное и программное обеспечение**

1. Воронина Н. А. Компьютерное моделирование электротехнических устройств, комплексов и систем. Электронный курс <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2182>

2. Краснов И. Ю. Computer modeling of electrotechnical devices, complexes and systems (CO): электронный курс [Электронный ресурс] / И. Ю. Краснов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра электропривода и электрооборудования (ЭПЭО). — Электрон. дан. — Томск: TPU Moodle, 2016. — Заглавие с экрана. — Доступ по логину и паролю. Схема доступа: <http://design.lms.tpu.ru/enrol/index.php?id=1254> (контент)

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

Лицензионное программное обеспечение:

1. Matlab (vap.tpu.ru)
2. MathCad (vap.tpu.ru)
3. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
4. Document Foundation LibreOffice;
5. Cisco Webex Meetings\$
6. Zoom Zoom.

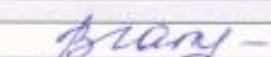
## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 346	Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 46 посадочных мест;
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 127	Компьютер - 50 шт. Комплект учебной мебели на 33 посадочных мест;
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 126	Компьютер - 20 шт. Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль – «Электромеханические системы автономных объектов и автоматизированный электропривод», специализация - «Энергосберегающие режимы электротехнического оборудования» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность		ФИО
доцент, к.т.н.		Н.А. Воронина

Программа одобрена на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники (протокол от « 27 » июня 2019 г. № 6).

И.о. заведующего кафедрой – руководителя  
отделения на правах кафедры

 /А.С. Ивашутенко/