

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



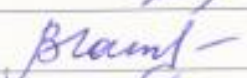
УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИИЭ  
Матвеев А.С.  
«25 06» 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 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

2020 г.

## 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)-2.1B1	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)-2.131	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)-3.1B1	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)-3.131	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. Основы компьютерного и математического моделирования электротехнических устройств, комплексов и систем</b>	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	20
<b>Раздел 2. Динамические системы</b>	РД2, РД3	Лекции	6
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	20
<b>Раздел 3. Моделирование электротехнических систем</b>	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.

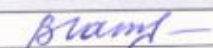
### 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

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

Программа одобрена на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники (протокол от « 25 » июня 2020г. №6)

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

 /А.С. Ивашутенко/

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники (протокол №)
2020/2021	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	от «25» июня 2020 г. № 6