

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИШЭ

Матвеев А.С.
« 25 » июня 2020 г.

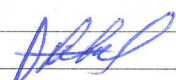
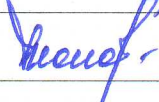
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Электромагнитная совместимость и электроизоляционные системы			
Направление подготовки/специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электромеханические системы автономных объектов и автоматизированный электропривод		
Специализация	Авиакосмическая электроэнергетика		
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	16	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		60	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации

Зачет	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ ИИШЭ
-------	------------------------------	----------

И.о. заведующего кафедрой -
руководителя ОЭЭ на правах
кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	А.С. Ивашутенко
	А.Г. Гарганеев
	А.П. Леонов

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.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-3	Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы	И.ПК(У)-3.1	Проводит работы по обработке научно-технической информации и результатов исследований при проведении исследовательских и опытно-конструкторских разработок электротехнического и электромеханического электрооборудования летательных аппаратов	И-ПК(У)- 3.1В1	Владеет общими стадиями ведения, разработки и проектирования электроэнергетических и электротехнических систем бортового электрооборудования и их компонентов
				И-ПК(У)- 3.1У1	Умеет оценивать режимы работы электротехнических и электромеханических узлов и систем электрооборудования летательных аппаратов
				И-ПК(У)- 3.1З1	Знает основные положения теории электромагнитной совместимости и особенности эксплуатации электроизоляционных систем и кабельных изделий

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Междисциплинарного профессионального модуля 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 ¹		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Осуществлять контроль электрофизических свойств изоляции, параметров ЭМС и уровня отрицательных воздействий на электрооборудования летательных аппаратов	ПК(У)- 5.1В1
РД 2	Оценивать влияние электромагнитных полей на электрооборудование летательных аппаратов и, выбирать технические элементы процесса эксплуатации	ПК(У)- 5.1У1
РД 3	Разрабатывать мероприятия по обеспечению и устранению проблем ЭМС в процессе эксплуатации электрооборудования летательных аппаратов	ПК(У)- 5.1З1

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 ²	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Основы электромагнитной совместимости	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	17
Раздел (модуль) 2. Факторы, влияющие на эффективную эксплуатацию электрооборудования	РД1, РД2	Лекции	6
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 3. Способы и устройства защиты	РД3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	7
Раздел (модуль) 4. Вопросы обеспечения электромагнитной совместимости	РД3	Лекции	2
		Практические занятия	0
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	3
Раздел (модуль) 5. Особенности влияния модулированного питающего напряжения на изоляцию питающих кабелей и обмоток электрических машин	РД1, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	18

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основы электромагнитной совместимости

Введение в электромагнитную совместимость (ЭМС), основные определения. Понятие ЭМС электротехнических средств. Технические, экономические и организационные основы ЭМС. Нормативно-техническая база по ЭМС.

Темы лекций:

1. Введение в электромагнитную совместимость.

Темы практических занятий:

1. Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной теме.
2. Анализ и обсуждение подобранного материала, работа в команде.
3. Проблема обеспечения электромагнитной совместимости в области профессиональной деятельности (семинар).

Названия лабораторных работ:

1. Вводное занятие. Устройство лабораторных стендов и правила ТБ. Требования к отчетам по лабораторным работам.

Раздел 2. Факторы, влияющие на эффективную эксплуатацию электрооборудования

Влияние полей, создаваемых электротехническими устройствами на биологические объекты. Нормы по допустимым напряженностям электрических и магнитных полей промышленной частоты для персонала и населения. Электромагнитные помехи (ЭМП): виды, параметры, характеристики. Источники и механизм возникновения электромагнитных помех при работе электрооборудования. Каналы передачи помех; уровни помех;

помехоустойчивость. Последствия и оценка их влияния на работу электрооборудования.

Темы лекций:

1. Характерные источники электромагнитных помех.
2. Классификация электромагнитных помех.
3. Каналы передачи помех. Механизмы связи.

Темы практических занятий:

1. Решение заданий в тестовой форме по лекционному материалу.

Названия лабораторных работ:

1. Измерение напряженности электрического поля промышленной частоты, создаваемого установками высокого напряжения.
2. Измерение напряженности магнитного поля промышленной частоты, создаваемого установками высокого напряжения

Раздел 3. Способы и устройства защиты

Способы и устройства защиты от помех: фильтры, разделительные трансформаторы, кабели с витыми парами, разрядники и ограничители перенапряжений, электронные приборы защиты, электромагнитные экраны. Электромагнитная совместимость электрофизических и испытательных установок.

Темы лекций:

1. Пассивные помехоподавляющие устройства и защитные компоненты.

Темы практических занятий:

1. Электромагнитные экраны: понятие, принцип действия, способы расчета коэффициента затухания.
2. Решение задач по расчетам электромагнитных экранов.

Раздел 4. Вопросы обеспечения электромагнитной совместимости

Обеспечение ЭМС: параметры и характеристики. Жизненный цикл обеспечения ЭМС электрооборудования. Определение электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики и электротехники: основные этапы проведения работ по определению электромагнитной обстановки; исходные данные и состав работ по определению электромагнитной обстановки на объекте. Анализ и полученных значений и сравнение их с допустимыми уровнями.

Темы лекций:

1. Способы описания и основные параметры помех.

Раздел 5. Особенности влияния модулированного питающего напряжения на изоляцию питающих кабелей и обмоток электрических машин

Причины появления, характер и величины электрических перенапряжений в изоляции питающих кабелей и обмоток частотно-регулируемого привода. Способы оценки величин перенапряжений, возникающих при работе блока ШИМ. Пути минимизации электрических нагрузок на изоляцию. Короностойкие электроизоляционные материалы. Способы оценки короностойкости обмоточных проводов, изоляции кабельных изделий. Конструктивные особенности силовых кабелей, применяемых для подключения асинхронных двигателей от преобразователей частоты.

Темы лекций:

1. Особенности эксплуатации силовых кабелей и электроизоляционных систем при питании модулированным напряжением
2. Вопросы надежности изоляции обмоток асинхронных двигателей частотно-регулируемого электропривода.

Темы практических занятий:

1. Проблема обеспечения стойкости электрической изоляции обмоток к

эксплуатационным нагрузкам (семинар).

2. Технические решения в кабельной технике для обеспечения ЭМС в системе ЧРП.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование стойкости изоляции обмоточных проводов к электрическим разрядам.
2. Итоговое занятие по выполненным лабораторным работам.

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.
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям.
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.
- Подготовка к оценивающим мероприятиям (зачет).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Харлов Н.Н. Тихонов Д.В. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике [Электронный ресурс]: метод. указ. / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – Режим доступа: http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/d/DV_DIMA/Uchebnaya/Tab2, свободный.
2. Тихонов Д.В. Электромагнитная совместимость: учебное пособие/ Д.В. Тихонов, Е.В. Старцева - Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014.– 84 с https://portal.tpu.ru/SHARED/s/STARCEVA/lerning_work/Ems/ST1/metod_ukazaniya_EMS_2014.pdf
3. Электроизоляционные материалы и системы изоляции для электрических машин в 2 кн.: / под ред. В. Г. Огонькова, С. В. Серебрянникова. — М. : Изд-во МЭИ, 2012 Кн. 2. — 2012. — 302 с.: ил.. — Библиогр.: с. 295-302.. — ISBN 978-5-383-00751-8. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C242000>
4. Леонов, Андрей Петрович. Силовые кабели и кабельные линии : лекционный видеокурс [Электронный ресурс] / А. П. Леонов, С. Н. Шуликин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра электротехнических комплексов и материалов (ЭКМ). — Электрон. дан.. — Томск: TPU Moodle, 2014. — Заглавие с экрана. — Доступ по логину и паролю. <http://lms.tpu.ru/course/view.php?id=10665>

Дополнительная литература

1. Овсянников А.Г., Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебник / Овсянников А.Г. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. - 196 с. (Серия "Учебники НГТУ") - ISBN 978-5-7782-2199-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778221994.html>
2. Дьяков А.Ф., Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике : учебник для вузов / А.Ф. Дьяков, Б.К. Максимов, Р.К. Борисов, И.П. Кужекин, А.Г. Темников, А.В. Жуков ; под ред. чл.-корр. РАН, докт. техн. наук, проф. А.Ф. Дьякова - М. : Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-00973-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009734.html>

3. Бугаев, Е. А.. Анализ и сравнение действующего стандарта качества электрической энергии ГОСТ Р 32144-2013 с ГОСТ Р 13109-97 [Электронный ресурс] / Е. А. Бугаев; науч. рук. А. Б. Степанов // Космическое приборостроение сборник научных трудов III Всероссийского форума школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, г. Томск, 8-10 апреля 2015 г.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) . — Томск : Изд-во ТПУ , 2015 . — [С. 195-196] . — Заглавие с титульного экрана. — [Библиогр.: с. 196 (3 назв.)]. — Свободный доступ из сети Интернет. — Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2015/C22/046.pdf> (контент)
4. Гольдберг, Оскар Давидович. Инженерное проектирование электрических машин : учебник / О. Д. Гольдберг, Л. Н. Макаров, С. П. Хелемская. — Москва: Бастет, 2016. — 526 с.: ил.. — Высшее профессиональное образование: бакалавриат, магистратура. — Соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту 3-го поколения. — Библиогр.: с. 521-522.. — ISBN 978-5-903178-42-1. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C337072>
5. Аникеенко, Владимир Михайлович. Обмоточные провода : учебное пособие для вузов / В. М. Аникеенко, А. П. Леонов, А. В. Петров; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 190 с.: ил.. — Библиогр.: с. 188-189.. — ISBN 978-5-98298-696-2. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C212824>

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Научно–электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронно–библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
3. Электронно–библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
4. Электронно–библиотечная система «Юрайт» – <https://urait.ru/>
5. Электронно–библиотечная система «ZNANIUM.COM» – <https://new.znanium.com/>

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

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

1. MATLAB Classroom new Product From 100 Concurrent Licenses (per License)
2. Simulink Classroom new Product From 100 Concurrent Licenses (per License)
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

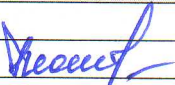
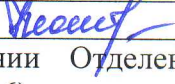
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов,	Компьютерная и мультимедийная техника: – компьютер – 1 шт.;

	консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 634034 г. Томская область, Томск, Усова улица, д.7, учебный корпус №8, учебная аудитория 326, 328	— проектор – 1 шт.
2.	Аудитория учебно-научная. ВВЛ № 1, ВВЛ № 2. 634034 г. Томская область, Томск, Усова улица, д.7, учебный корпус №8, учебная аудитория 071.	Наименование лабораторного оборудования: 1. Осциллограф Uni-T UTD2025CL (2 шт.); 2. Лабораторный комплекс ВВСВ-50/40 (1 шт.); 3. Киловольтметр С-100 (3 шт.); 4. Измеритель ПЗ-50В (1 шт.); 5. Выключатель вакуумный ВБСК-10-12,5/630 УХЛ2 (2 шт.); 6. Измеритель АЧХ Х1-48 (1 шт.); 7. Осциллограф Атаком АСК-3106 (2 шт.); 8. Сверхскоростная четырехканальная камера pro hsfc S20925,,0 4-chqnnel version (1 шт.); 9. Генератор GFG-3015 (1 шт.); 10. Выключатель вакуумный В Б-10-ГО/1000 У ХЛ2 (1 шт.); 11. Выдвижной элемент шкафа КМ-1КФ с вакуумным выключателем ВВ/TEL-10-20/1000 УХЛ2 (1 шт.); 12. Мост электрических сопротивлений Р-5026М (1 шт.); 13. Измеритель ИПМ-101 (1 шт.); 14. Экспериментальный образец разрядника шаров. (1 шт.); 15. Генератор импульсных напряжений на 1 МВ с блоком питания (1 шт.); 16. Мост постоянного тока Р 3009 (1 шт.); 17. Газоанализатор Kane 940 (1 шт.); 18. Установка для высоковольтных испытаний жидких диэлектриков (1 шт.); 19. Трансформатор высоковольтный испытательный ИОМ-100/25 (1 шт.); 20. Частотомер ЧЗ-85/3 (1 шт.); 21. Генератор ГЗ-123 (2 шт.); 22. Микроомметр GOM-802 (1 шт.); 23. Генератор импульсных напряжений "ГИН-500" (1 шт.); 24. Вольтметр В7-78/4 (1 шт.); 25. М-03 Метеостанция (1 шт.); 26. Выкатной элемент Ячейки К-Х11 ТУ 34 (1 шт.); 27. Тепловизор "Филин-6 "в комплекте (1 шт.); 28. Кассетный выкатной элемент КВЭ/TEL-10-31.5/160 У2-200 (1 шт.); 29. Стенд лабораторный (3 шт.); 30. Осциллограф GOS-620FG (3 шт.); 31. Шкаф приемо-передающей аппаратуры ВЧ связи передачи команд противоаварийного управления (2 шт.); 32. Установка GPI-735A (1 шт.); 33. Установка для исследования закона Пашена (1 шт.); 34. Измеритель напряженности ПЗ-50В (1 шт.); 35. Лабораторный стенд "Исследование автономной системы электроснабжения на базе фотоэлектрических модулей ФСМ 50-12" (1 шт.); 36. Кабины лабораторные (3 шт.)
3.	Аудитория учебно-научная. Лаборатория основ кабельной техники. 634034 г. Томская область, Томск, Усова улица, д.7, учебный корпус №8, учебная аудитория 227.	Наименование лабораторного оборудования: 1. Осциллограф С1-68 (1 шт.); 2. Осциллограф С 1-68 (2 шт.); 3. Прецизионный измеритель GW Instek LCR-7829 (1 шт.); 4. Установка для измерения сегнетоэлектриков (1 шт.); 5. Вольтметр В7-30 (1 шт.); 6. Осциллограф С 1-107 (1 шт.)

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Электромеханические системы автономных объектов и автоматизированный электропривод» по специализации «Авиакосмическая электроэнергетика» направления 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ		Усачёва Т.В.
Доцент ОЭЭ		Леонов А.П.

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

И.о. заведующего кафедрой - руководителя ОЭЭ
на правах кафедры

 / Ивашутенко А.С./

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения / Центра (протокол)