Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.2.1 Шум и вибрация электрических машин»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

Электромеханика
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.Э.2.1 Шум и вибрация электрических машин*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники
наименование кафедры

протокол № 5 от "18" января 2023 г.

И. о. заведующего кафедрой
Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники
наименование кафедры *подпись* А.С. Безгин *расшифровка подписи*

Исполнители:
Ст. преподаватель
должность *подпись* И.И. Гирфанов *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
код наименование *личная подпись* Митрофанов С.В. *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
личная подпись Н.Н. Бигалиева *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству института
личная подпись С.А. Сильвашко *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Гирфанов И.И., 2023
© ОГУ, 2023

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

Овладеть основами проектирования малошумных электрических машин и трансформаторов; методами снижения шума и вибрации электромеханического оборудования при его эксплуатации и ремонте; основами вибродиагностики.

Задачи:

- изучить особенности распространения шума и вибрации, их влияния на человека;
- изучить источники шума и вибрации электрических машин, физические процессы возникновения вибрации и ее распространения по конструкции машины;
- изучить основы расчета вибрации и излучаемого шума, меры, применяемые для снижения вибрации и шума электрических машин;
- освоить методы измерения шума и вибрации, вибродиагностики электромеханического оборудования.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.10 Инженерное проектирование и системы автоматизированного проектирования электрических машин, Б1.Д.В.11 Технология изготовления электромагнитных устройств и электромеханических преобразователей*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-2 Способен анализировать режимы работы объектов профессиональной деятельности	ПК*-2-В-2 Определяет отклонения от нормальных режимов и неисправности электрических машин, трансформаторов и электрических аппаратов ПК*-2-В-9 Рассчитывает режимы работы электрических машин, трансформаторов и электрических аппаратов	**Знать:** - современные тенденции в развитии электрических машин, трансформаторов и электрических аппаратов в области снижения вибрации и шума. **Уметь:** - сравнивать на практике решения по снижению уровня вибрации и шума электрических машин. **Владеть:** - основами расчета уровня вибрации электрических машин.
ПК*-6 Способен проводить	ПК*-6-В-1 Демонстрирует знание	**Знать:**

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
оценку надежности, шума и вибраций электромеханических преобразователей энергии	теоретических и физических основ процесса износа электрических машин, типов отказов и способы их выявления и устранения ПК*-6-В-2 Рассчитывает уровень шума и вибрации электрических машин, применяет методы экспериментального определения и оценки уровня шума и вибрации электрических машин	- современные тенденции в развитии электрических машин, трансформаторов и электрических аппаратов в области снижения вибрации и шума. **Уметь:** - сравнивать на практике решения по снижению уровня вибрации и шума электрических машин. **Владеть:** - основами расчета уровня вибрации электрических машин.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**
Контактная работа:	**50,25**	**50,25**
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**57,75**	**57,75**
Вид итогового контроля	**диф. зач.**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Физические и физиологические особенности звуков и вибрации	16	6	2	4	4
2	Источники шума и вибрации электрических	15	2	2	4	7

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	машин					
3	Расчет вибрации и излучаемого шума	59	8	10	4	37
4	Измерение шума и вибрации. Вибродиагностика.	18	2	2	4	10
	Итого:	108	18	16	16	58
	Всего:	108	18	16	16	58

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Физические и физиологические особенности звуков и вибрации

Акустика как наука. Вибрация материальной точки. Энергия колебательного движения. Акустические величины. Удельное акустическое сопротивление. Акустические уровни. Распространение акустических волн. Область слышимости. Характеристики звука: высота, громкость, тембр, маскировочный эффект. Эхо и реверберация. Влияние шума и вибрации на человеческий организм.

2 Источники шума и вибрации электрических машин

Характеристика источников: электромагнитные и аэродинамические силы, подшипники качения, механическая несбалансированность роторов, трение щеток о коллектор или контактные кольца. Магнитный шум асинхронных электродвигателей. Основные уравнения. МДС обмоток статора и ротора. Магнитное поле в воздушном зазоре. Радиальные и тангенциальные силы, создаваемые магнитными полями. Влияние режима работы на уровень громкости магнитного шума. Современные тенденции в развитии электромашиностроения в области снижения вибрации и шума. Теоретические основы проектирования и основные технологические процессы производства электрических машин с учетом ограничений по вибрации и шуму. Выбор числа пазов короткозамкнутого ротора. Влияние скоса пазов и эксцентриситета ротора на вибрацию и шум. Влияние технологических и конструктивных факторов на магнитный шум. Аэродинамический шум. Оборудование, создающее аэродинамический шум. Шум вентилятора. Шум от вращения ротора. Применение глушителей шума. Колебания роторов. Колебания вала с сосредоточенной массой. Влияние различных факторов на критическую частоту вращения. Вибрация, возбуждаемая подшипниками. Шум щеточного аппарата. Причины возникновения вибрации в подшипниках. Влияние токов и магнитных полей на вибрацию подшипников качения. Причины возникновения шума щеточного аппарата.

3 Расчет вибрации и излучаемого шума

Характер задач расчета вибрации в электрических машинах. Расчет магнитного поля и электромагнитных сил в воздушном зазоре. Метод электромеханической аналогии. Возможные пути снижения вибрации. Одномассовая и двухмассовая колебательные системы. Вибрация статоров, возбуждаемая электромагнитными силами. Излучение магнитного шума корпусом машины. Магнитное поле в воздушном зазоре.

4 Измерение шума и вибрации. Вибродиагностика.

Виброизоляция машин. Условия и методы измерения. Методы определения уровня вибрации электрических машин. Основы расчета уровня вибрации электрических машин. Измерительная аппаратура. Вибродиагностика электрических машин: общая характеристика, приборы, алгоритмы определения неисправностей.

4.3 Лабораторные работы

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1-2	1	Распространение акустических волн, звукоизоляция	1
3	2	Аэродинамический шум	1
4	2	Механическая несбалансированность роторов	1
5-7	2	Магнитный шум асинхронных электродвигателей	1
8	2	Колебания роторов. Балансировка	1
9	2	Возникновение вибрации в подшипниках	1
10	2	Шум щеточного аппарата	1
11	3	Расчет одномассовой колебательной системы	1
12	3	Расчет двухмассовой колебательной системы	2
13-14	3	Расчет магнитного поля и электромагнитных сил в воздушном зазоре	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

5.1.1 Электрические машины: учебник для бакалавров / под ред. И. П. Копылова.- 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2015. - 675 с. : ил. - (Бакалавр). - Библиогр.: с. 668-669. - Предм. указ.: с. 670-675. - ISBN 978-5-9916-1501-3.

5.2 Дополнительная литература

5.2.1 Копылов, И. П. Электрические машины [Текст]: учеб. для вузов / И. П. Копылов.- 2-е изд., перераб. - М.: Логос : Высш. шк., 2000. - 607 с. : ил. - Библиогр.: с. 596. - Предм. указ.: с. 597-603. - ISBN 5-06-003841-6. - ISBN 5-94010-009-0.

5.2.2 Падеев, А. С. Электрические машины [Электронный ресурс]: методические указания для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / А. С. Падеев, С. В. Митрофанов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. автоматизир. электропривода и электромеханики. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.69 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2015. - 41 с. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0. Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/7874_20150430.pdf

5.3 Периодические издания

5.3.1 Известия РАН. Энергетика: журнал. - М.: Академиздатцентр "Наука" РАН, 2023.

5.3.2 Известия высших учебных заведений. Электромеханика: журнал. - М.: Агентство "Роспечать", 2023.

5.3.3 Электротехника: журнал. - М.: Агентство "Роспечать", 2023.

5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 https://www.lektorium.tv/mooc - «Лекториум»

5.4.2 http://www.electrolibrary.info/history/ - электронная электротехническая библиотека

5.4.3 http://window.edu.ru/window/catalog - единое окно доступа к образовательным ресурсам

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

5.5.1 Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

5.5.2 Система решения математических, инженерно-технических и научных задач Smath Studio. Доступна бесплатно. Разработчик: Андрей Ивашов. Режим доступа https://ru.smath.com

5.5.3 КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2019]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории используются для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций и текущего контроля.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели (столы, стулья), техническими средствами обучения (компьютеры и проекторы) служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оснащенный: проектором, одиннадцатью компьютерами и соответствующим комплектом мебели.

Помещение аудитории, используемое для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.