

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1157912	Проблемы вентильных индукторных двигателей

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Общие вопросы электромеханического и электромагнитного преобразования энергии	<b>Код ОП</b> 1. 13.04.02/33.06
<b>Направление подготовки</b> 1. Электроэнергетика и электротехника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 13.04.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Денисенко Виктор Иванович	доктор технических наук, профессор	Профессор	электротехники

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Проблемы вентильных индукторных двигателей

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Факультативный модуль включает дисциплину «Проблемы вентильных индукторных двигателей». Дисциплина рассматривает особенности режимов работы вентильных индукторных двигателей

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Проблемы вентильных индукторных двигателей	3
ИТОГО по модулю:		3

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Проблемы вентильных индукторных двигателей	ПК-1 - Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии, выбирать критерии оценки	З-1 - Характеризовать задачи, методы решения задач и критерии оценки решений задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии в объеме необходимом и достаточном для освоения компетенции  У-1 - Формулировать и обосновывать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии, выбирать критерии оценки в объеме

		<p>необходимом и достаточном для освоения компетенции</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт самостоятельного формулирования обоснованных целей и задач исследования, выявления приоритетов решения задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии, выбора критериев оценки в объеме необходимом и достаточном для освоения компетенции</p>
	<p>ПК-2 - Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии</p>	<p>З-1 - Описывать современные методы исследования и критерии оценки результатов, применяемые при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии, в объеме необходимом и достаточном для освоения компетенции</p> <p>У-1 - Выбирать в зависимости от поставленных целей и задач исследования современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт применения современных методов исследования, представления и оценивания результатов, применяемых при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии</p>
	<p>ПК-3 - Способен выполнять поиск, изучение и отбор патентной и другой научно-технической информации по теме электромеханического и электромагнитного преобразования энергии при выполнении исследований и опытно-конструкторских работ и оформление отчета о поиске</p>	<p>З-1 - Изложить методы поиска и отбора патентной и другой научно-технической информации в объеме необходимом и достаточном для освоения компетенции</p> <p>У-1 - Выполнять поиск, изучение и обоснованный отбор патентной и другой научно-технической информации по теме электромеханического и электромагнитного преобразования энергии при выполнении исследований и опытно-конструкторских работ и оформление отчета о поиске</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт подготовки и оформления отчетов о поиске патентной и другой научно-технической информации по теме электромеханического и электромагнитного преобразования энергии</p>

		при выполнении исследований и опытно-конструкторских работ в соответствии с требованиями нормативных документов в объеме необходимом и достаточном для освоения компетенции
	ПК-4 - Способен выполнять систематизацию, анализ и обобщение результатов экспериментов и другой научно-технической информации применительно к объектам профессиональной деятельности при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии	<p>З-1 - Описывать методы анализа и обобщения результатов экспериментов и другой научно-технической информации в объеме необходимом и достаточном для освоения компетенции</p> <p>У-1 - Выполнять систематизацию, анализ и обобщение результатов экспериментов и другой научно-технической информации применительно к объектам профессиональной деятельности при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт самостоятельного выполнения экспериментов, систематизации, анализа и обобщения результатов экспериментов и другой научно-технической информации применительно к объектам профессиональной деятельности при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии</p>
	ПК-5 - Способен применять актуальную нормативную документацию при выполнении исследований и опытно-конструкторских работ для объектов профессиональной деятельности при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии	<p>З-1 - Воспроизвести методы поиска актуальной нормативной документации в необходимом и достаточном объеме для освоения компетенции</p> <p>У-1 - Находить и применять актуальную нормативную документацию при выполнении исследований и опытно-конструкторских работ для объектов профессиональной деятельности при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт поиска и применения актуальной нормативной документации при выполнении исследований и опытно-конструкторских работ для объектов профессиональной деятельности при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии</p>

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Проблемы вентильных индукторных**  
**двигателей**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Денисенко Виктор Иванович	доктор технических наук, профессор	Профессор	электротехники

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Денисенко Виктор Иванович, Профессор, электротехники

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Вентильно-индукторные двигатели. Общие сведения.	
P1.T1	Введение	Классификация и области применения вентильно-индукторных двигателей (ВИД). Достоинства и недостатки ВИД. Промышленная реализация.
P1.T2	Устройство и принцип действия ВИД	Функциональная схема. Особенности конструкции вентильных индукторных двигателей. Конструктивные исполнения. Датчики положения ротора. Алгоритмы коммутации фаз ВИД. Связь между частотой возбуждения фаз и частотой вращения ротора. Коэффициент электромагнитной редукции.
P1.T3	Основные параметры и характеристики ВИД.	Характер магнитного поля индукторной машины. Кривые тока фаз. Кривая изменения мгновенного момента фаз.
P2	Расчет основных параметров и характеристик на основе энергетического подхода.	
P2.T1	Энергетическое преобразование энергии в ВИД.	Формула баланса энергий и мощностей. Графическая интерпретация энергии магнитного поля и коэнергии. Мгновенный момент индукторной машины. Кривые изменения мгновенного тока и момента фазы от углового положения ротора. Энергетическая диаграмма интегрального типа.



		Кривые намагничивания при произвольном угловом положении сердечников статора и ротора.
<b>Р2.Т2</b>	Определение основных размеров, параметров и характеристик ВИД.	Особенности проектирования ВИД. Определение главных размеров и электромагнитных нагрузок. Выбор числа фаз и конфигурации магнитной системы. Проектирование зубцовой зоны статора и ротора. Определение обмоточных данных фазной катушки.
<b>Р3</b>	Проблемы вентильно-индукторных двигателей.	
<b>Р3.Т1</b>	Проблемы вентильно-индукторных двигателей и возможные способы их решения.	Электромагнитные силы, действующие на зубцы статора. Шумы и вибрации ВИД. Влияние воздушного зазора. Конструктивные и схемные решения по снижению шумов. Наличие датчиков положения ротора. Косвенные методы определения углового положения ротора.
<b>Р3.Т2</b>	Заключение.	Основные направления развития научно-технического прогресса в области вентильно-индукторных двигателей.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

### 1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Проблемы вентильных индукторных двигателей

#### Электронные ресурсы (издания)

- Плис, А. И.; Mathcad: математический практикум для инженеров и экономистов : учебное пособие.; Финансы и статистика, Москва; 2003; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68904> (Электронное издание)
- Ракитин, В. И.; Руководство по методам вычислений и приложения MATHCAD; Физматлит, Москва; 2005; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69325> (Электронное издание)
- Дьяконов, В. П.; VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование : практическое пособие.; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2008; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117681> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Овчинников, И. Е.; Вентильные электрические двигатели и привод на их основе (малая и средняя мощность) : курс лекций : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов" направления "Электротехника, электромеханика и электротехнологии".; КОРОНА-Век, Санкт-Петербург; 2007 (1 экз.)
2. Овчинников, И. Е.; Вентильные электрические двигатели и привод на их основе ( малая и средняя мощность). Курс лекций : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов" направления "Электротехника, электромеханика и электротехнологии".; КОРОНА-Век, Санкт-Петербург; 2010 (1 экз.)
3. Иванов-Смоленский, А. В.; Электрические машины : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" : в 2 т. Т. 1. ; Издательство МЭИ, Москва; 2004 (25 экз.)
4. Иванов-Смоленский, А. В.; Электрические машины : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" : в 2 т. Т. 2. ; Высшая школа, Москва; 2004 (25 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

lib.urfu.ru - Зональная научная библиотека УрФУ

study.urfu.ru - Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ

elar.urfu.ru - Электронный научный архив УрФУ:

Носкова М. И. Особенности конструкции вентильного двигателя кабины лифта / М. И. Носкова, В. И. Денисенко. – Текст : непосредственный // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: сборник материалов Всероссийской студенческой олимпиады, научно-практической конференции и выставки работ студентов, аспирантов и молодых ученых (Екатеринбург, 22-26 ноября 2010 г.). – Екатеринбург : УрФУ, 2010. – С. 142-144.

URI: <http://hdl.handle.net/10995/89504>

Гайфутдинов А. Р. Техничко-экономическая оценка применения вентильного индукторного двигателя кабины лифта / А. Р. Гайфутдинов, В. И. Денисенко. – Текст : непосредственный // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: сборник материалов Всероссийской студенческой олимпиады, научно-практической конференции и выставки работ студентов, аспирантов и молодых ученых (Екатеринбург, 13–16 декабря 2011 г.). – Екатеринбург : УрФУ, 2011. – С. 73-75.

URI: <http://hdl.handle.net/10995/89242>

Гайфутдинов А. Р. Об оценке методики электромагнитного расчета вентильного индукторного двигателя / А. Р. Гайфутдинов, В. И. Денисенко. – Текст : непосредственный // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: сборник материалов Всероссийской студенческой олимпиады, научно-практической конференции и выставки работ студентов, аспирантов и молодых ученых (Екатеринбург, 18–21 декабря 2012 г.). – Екатеринбург : УрФУ, 2012. – С. 50-52.

URI: <http://hdl.handle.net/10995/89045>

Базилевич Н. А. Получение статической моментной характеристики вентильно-индукторного двигателя / Н. А. Базилевич, В. И. Денисенко, А. Р. Гайфутдинов, Е. А. Храбрых // Актуальные проблемы электромеханики и электротехнологий АПЭЭТ-2017 : сборник научных трудов. — Екатеринбург : Издательство УМЦ УПИ, 2017. — С. 247-249.

URI: <http://hdl.handle.net/10995/62663>

О возможности применения вентиляно-индукторных двигателей на основе керамической изоляции с датчиками положения ротора / И. И. Филиппов, В. И. Денисенко, А. Н. Мойсейченков, А. Р. Шайхиев // Труды второй научно-технической конференции молодых ученых Уральского энергетического института. — Екатеринбург: УрФУ, 2017. — С. 281-283.

URI: <http://hdl.handle.net/10995/55347>

### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Не используются

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Проблемы вентиляльных индукторных двигателей

### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0 Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox
2	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox</p> <p>SMath Studio <a href="https://smath.com">https://smath.com</a></p>
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox</p>
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Свободное ПО:</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p> <p>FEMM 4.2</p> <p><a href="http://www.femm.info/wiki/License">http://www.femm.info/wiki/License</a></p> <p>SMath Studio <a href="https://smath.com">https://smath.com</a></p>

