

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электромеханики

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН ФМА

к.т.н. Вильбергер М. Е.

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Электрические машины

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электротехника, электромеханика и электротехнологии

Курс: 3 4, семестры : 5 6 7

Факультет мехатроники и автоматизации, заочная форма обучения

№	Вид деятельности	Семестр		
		5	6	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	0	5	4
2	Всего часов	0	180	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	4	30	17
4	Лекции, час.	4	8	4
5	Практические занятия, час.	0	4	2
6	Лабораторные занятия, час.	0	4	2
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0	2	1
8	Аттестация, час.	0	2	2
9	Консультации, час.		12	7
10	Самостоятельная работа, час.	0	146	127
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)		РГЗ	РГЗ
12	Вид аттестации		Э	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №955 от 03.09.2015 г. , дата утверждения: 25.09.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭМ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Честюнина Т. В.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Шевченко А. Ф.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Аносов В. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:
з5. знать основы теории электромеханического преобразования энергии и основные характеристики электрических машин
Компетенция ФГОС: ПК.6 способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:
у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках
у3. уметь проводить стандартные испытания электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
---	---------------------------

Электрические машины

ПК.5.з5 знать основы теории электромеханического преобразования энергии и основные характеристики электрических машин	
1.о законах и правилах, на которых основывается описание принципа действия электрических машин и трансформаторов;	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
2.о электромагнитных полях в активных частях электрических машин и трансформаторов в различных режимах работы	Лекции; Самостоятельная работа
3.принцип действия трансформаторов и электрических машин ;	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
4.о конструктивных особенностях современных электрических машин и трансформаторов;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
5.основные эксплуатационные показатели различных типов трансформаторов и электрических машин;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
6.об конструкционных и электротехнических материалах, применяемых при создании электрических машин и трансформаторов;	Лекции; Самостоятельная работа
7.о тепловых процессах, протекающих в электрических машинах и трансформаторах;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.6.у1 уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках	
8.оценивать степень влияния геометрии активных частей электрических машин и трансформаторов на уровень параметров и характеристик	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
9.основными принципами, законами и правилами электромеханики, основными законами теории теплопередачи и охлаждения, твердыми знаниями в области конструкционных и электротехнических материалов,	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
10.проводить исследование электромагнитных и тепловых процессов в электрических машинах и трансформаторах при различных режимах эксплуатации;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.6.у3 уметь проводить стандартные испытания электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем	
11.практическими навыками работы с электрическими машинами и трансформаторами	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.6.у1 уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках	

12.оценивать уровень параметров и характеристик различных типов электрических машин и трансформаторов;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
13.проводить расчет и проектирование трансформаторов и электрических машин с учетом особенностей их эксплуатации	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 5			
Дидактическая единица: Трансформаторы			
4. История развития электрических машин, роль и значение. Основные законы электромеханики.	0	4	1
Семестр: 6			
Дидактическая единица: Трансформаторы			
2. Конструкция и принцип действия. Холостой ход трансформаторов. Работа при нагрузке. Уравнения напряжений, векторная диаграмма, схема замещения.	0	2	1, 3, 4, 6
3. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Потери энергии, энергетическая диаграмма и К.П.Д. трансформаторов	0	2	10, 5
Дидактическая единица: Асинхронные машины			
5. Устройство вращающихся электрических машин. Магнитные поля и индуктивные параметры	0	1	2, 4, 9
6. Электродвижущие и магнитодвижущие силы обмоток машин переменного тока. Индуктивные параметры.	0	1	12, 8
7. Конструкция и принцип действия. Обмотки статора и ротора. Асинхронная машина при неподвижном роторе. Приведение рабочего процесса вращающейся асинхронной машины к неподвижной.	0	1	3, 4, 6
8. Основные уравнения напряжений и токов. Схема замещения и векторная диаграмма асинхронной машины. Энергетическая диаграмма. Потери и КПД.	0	1	7
Семестр: 7			
Дидактическая единица: Синхронные машины			
1. Принцип действия и особенности конструкции синхронных машин. Турбогенераторы и гидрогенераторы	0	2	1, 3
Дидактическая единица: Машины постоянного тока			
9. Назначение, области применения, конструкция и принцип действия. Обмотки машин постоянного тока.	0	2	3, 4, 6

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Трансформаторы				
2. Исследование трёхфазного трансформатора	1	2	11, 12, 13, 3, 5	Экспериментальное определение характеристик трансформатора
Дидактическая единица: Асинхронные машины				

3. Исследование асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором	1	2	12, 3, 5, 8	Экспериментальное определение характеристик холостого хода и короткого замыкания трёхфазных асинхронных двигателей.
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Синхронные машины				
1. Исследование синхронного генератора	1	2	1, 11, 3, 5	Экспериментальное определение характеристик синхронного генератора

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Трансформаторы				
3. Векторная диаграмма трансформатора. Схема замещения трансформатора. Анализ параметров трансформатора.	0	1	12, 5	Исследование характеристик трансформатора с помощью векторных диаграмм и схем замещения
4. Группы соединения обмоток трансформаторов. Переходные процессы в трансформаторах.	0	1	11, 13, 4, 9	Изучения способов определения групп соединения трансформаторов
Дидактическая единица: Асинхронные машины				
5. Схема замещения АД. Параметры АД. Векторная диаграмма.	0	1	10, 13	Построение рабочих характеристики АМ с помощью схем замещения
6. Способы регулирования частоты вращения. Способы пуска. Однофазные асинхронные двигатели.	0	1	11, 5	Изучение регулировочных и пусковых свойств АМ
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Синхронные машины				
1. Способы регулирования активной и реактивной мощности. Параллельная работа с сетью	0	0,5	12	Построение угловых и U-образных характеристик СМ
2. Векторные диаграммы синхронных машин. Параметры синхронных машин	0	0,5	9	Построение векторных диаграмм синхронных машин
Дидактическая единица: Машины постоянного тока				
7. Характеристики генераторов постоянного тока	0	0,5	12, 5	Изучение внешних и регулировочных характеристик генераторов постоянного тока с различными системами возбуждения
8. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока. Способы пуска	0	0,5	10, 11, 13, 5, 7	Изучение влияния способа возбуждения на характеристики машин постоянного тока

Таблица 3.4

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Трансформаторы				
6. Трансформирование трёхфазного тока. Схемы и группы соединений. Параллельная работа трансформаторов.	0	2	11, 4, 9	Изучение трехфазных трансформаторов
7. Трансформаторы специального назначения. Автотрансформаторы	0	2	8	Изучение специальных трансформаторов
Дидактическая единица: Асинхронные машины				
8. Электромагнитный момент асинхронной машины. Механические характеристики асинхронных машин переменного тока.	0	2	13, 8, 9	Изучение асинхронных машин
9. Работа асинхронной машины в режиме генератора, противовключения. Преобразователь частоты, фазорегулятор, индукционный регулятор, машина двойного питания.	0	2	11, 12	Изучение асинхронных машин
10. Пуск в ход асинхронного двигателя. Проблемы и способы пуска двигателей. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.	0	4	11, 7	Изучение асинхронных машин
11. Однофазные асинхронные двигатели. Конденсаторные двигатели. Двигатели с полым и массивным роторами, другие особые исполнения асинхронных машин.	0	2	13, 4	Изучение специальных асинхронных машин
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Синхронные машины				
1. Магнитное поле и ЭДС синхронной машины при холостом ходе. Особенности расчёта магнитной цепи. Магнитное поле синхронной машины при нагрузке, Продольная и поперечная реакция якоря. Параметры обмотки якоря.	0	4	13, 2, 8	Изучение синхронных машин
2. Уравнения электрического равновесия синхронных машин. Векторные диаграммы синхронных генераторов с учётом и без учёта насыщения..	0	2	9	Изучение синхронных машин

3. Характеристики синхронного генератора.	0	2	12, 5	Изучение синхронных машин
4. Параллельная работа синхронных машин с сетью бесконечно большой мощности. Угловые характеристики. Синхронизирующая мощность и момент. U-образные характеристики синхронных генераторов	0	4	10	Изучение синхронных машин
5. Синхронные двигатели. Способы пуска. Регулирование скорости вращения. Синхронный компенсатор	0	2	5	Изучение синхронных машин
Дидактическая единица: Машины постоянного тока				
12. ЭДС обмотки якоря. Электромагнитный момент	0	2	1, 13, 8, 9	Изучение машин постоянного тока
13. Магнитное поле машины постоянного тока при холостом ходе и при нагрузке. Реакция якоря.	0	2	2, 9	Изучение машин постоянного тока
14. Коммутация в машинах постоянного тока. Способы улучшения коммутации.	0	2	11, 13, 7	Изучение машин постоянного тока
15. Основные уравнения генераторов постоянного тока. Характеристики генераторов при различных способах возбуждения	0	4	10, 12	Изучение машин постоянного тока
16. Основные уравнения двигателей. Характеристики двигателей. Способы пуска и регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока.	0	4	11, 12, 5	Изучение машин постоянного тока
17. Коллекторные двигатели переменного тока. Бесконтактные машины постоянного тока.	0	2	4, 9	Изучение машин постоянного тока

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	РГЗ	13, 2, 3, 5, 6, 7	54	4
Выполнение расчётных и графических работ при разработке трёхфазного трансформатора: Электрические машины : методические указания к расчету курсового проекта (курсовой работы) по трансформаторам / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. О. Н. Савилов и др.]. - Новосибирск, 2009. - 46, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000120273				
2	Подготовка к занятиям	1, 10, 8	68	6

Изучение материала лекций, а также учебно-методической литературы для подготовки к практическим и лабораторным занятиям: Тюков В. А. Электрические машины (3Ф, 140601, Тюков В. А.) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Тюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157470. - Загл. с экрана. Электрические машины. Ч. 2 : методические указания к лабораторным работам по курсу "Электрические машины" для 3 и 4 курсов / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. Б. Вяльцев, А. Г. Приступ, А. Ф. Шевченко]. - Новосибирск, 2014. - 48, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208340 Электрические машины. Машины постоянного тока : учебное пособие / [А. Ф. Шевченко и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 66, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000218138 Электрические машины. Ч. 1 : методические указания к лабораторным работам ФМА, ФЭН направления 140400 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Т. В. Честюнина, А. Г. Приступ, Д. М. Топорков]. - Новосибирск, 2014. - 80, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199752 Электрические машины : методические указания к расчету курсового проекта (курсовой работы) по трансформаторам / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. О. Н. Савилов и др.]. - Новосибирск, 2009. - 46, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000120273

3	Подготовка к аттестации	12, 3, 5, 9	10	2
---	-------------------------	-------------	----	---

Изучение материалов лекций и учебно-методической литературы: Тюков В. А. Электрические машины (3Ф, 140601, Тюков В. А.) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Тюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157470. - Загл. с экрана. Электрические машины. Ч. 2 : методические указания к лабораторным работам по курсу "Электрические машины" для 3 и 4 курсов / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. Б. Вяльцев, А. Г. Приступ, А. Ф. Шевченко]. - Новосибирск, 2014. - 48, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208340 Электрические машины. Машины постоянного тока : учебное пособие / [А. Ф. Шевченко и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 66, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000218138 Электрические машины. Ч. 1 : методические указания к лабораторным работам ФМА, ФЭН направления 140400 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Т. В. Честюнина, А. Г. Приступ, Д. М. Топорков]. - Новосибирск, 2014. - 80, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199752

4	Самостоятельное изучение теоретического материала	11, 12, 13, 4, 7, 8, 9	14	0
---	---	------------------------	----	---

Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.4 : Тюков В. А. Электрические машины (3Ф, 140601, Тюков В. А.) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Тюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157470. - Загл. с экрана.

Семестр: 7

1	РГЗ	8, 9	59	2
---	-----	------	----	---

Подготовка РГЗ: Электрические машины : программа, контрольные задания и методические рекомендации для 3Ф ИДО / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Комаров и др.]. - Новосибирск, 2007. - 33, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000070162

2	Подготовка к занятиям	10, 4	28	3
---	-----------------------	-------	----	---

Изучение материала лекций, а также учебно-методической литературы для подготовки к практическим и лабораторным занятиям: Тюков В. А. Электрические машины (3Ф, 140601, Тюков В. А.) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Тюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157470. - Загл. с экрана. Электрические машины. Машины постоянного тока : учебное пособие / [А. Ф. Шевченко и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 66, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000218138 Электрические машины. Ч. 2 : методические указания к лабораторным работам по курсу "Электрические машины" для 3 и 4 курсов / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. Б. Вяльцев, А. Г. Приступ, А. Ф. Шевченко]. - Новосибирск, 2014. - 48, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208340 Электрические машины. Ч. 1 : методические указания к лабораторным работам ФМА, ФЭН направления 140400 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Т. В. Честюнина, А. Г. Приступ, Д. М. Топорков]. - Новосибирск, 2014. - 80, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199752

3	Подготовка к аттестации	12, 5, 8, 9	10	2
Изучение материалов лекций и учебно-методической литературы: Тюков В. А. Электрические машины (ЗФ, 140601, Тюков В. А.) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Тюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157470 . - Загл. с экрана. Электрические машины. Ч. 2 : методические указания к лабораторным работам по курсу "Электрические машины" для 3 и 4 курсов / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. Б. Вяльцев, А. Г. Приступ, А. Ф. Шевченко]. - Новосибирск, 2014. - 48, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208340 Электрические машины. Машины постоянного тока : учебное пособие / [А. Ф. Шевченко и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 66, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000218138 Электрические машины. Ч. 1 : методические указания к лабораторным работам ФМА, ФЭН направления 140400 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Т. В. Честюнина, А. Г. Приступ, Д. М. Топорков]. - Новосибирск, 2014. - 80, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199752				
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 10, 11, 12, 13, 2, 4, 5, 7, 8, 9	30	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.4 : Тюков В. А. Электрические машины (ЗФ, 140601, Тюков В. А.) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Тюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157470 . - Загл. с экрана.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Личный типовой сайт: http://em.power.nstu.ru
Консультирование	Портал НГТУ: em_nstu@em.power.nstu.ru
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ: http://em.power.nstu.ru

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ПК.5;
Формируемые умения: з5. знать основы теории электромеханического преобразования энергии и основные характеристики электрических машин		
Краткое описание применения: Обсуждение результатов экспериментальных исследований лабораторных работ Обсуждение способов решения задач		
Подробная информация об использовании технологии приводится в "Электрические машины. Ч. 1 : методические указания к лабораторным работам ФМА, ФЭН направления 140400 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Т. В. Честюнина, А. Г. Приступ, Д. М. Топорков]. - Новосибирск, 2014. - 80, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199752 "		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 6		
<i>Лекция:</i>	7	15
<i>Лабораторная:</i>	5	10
<i>Практические занятия:</i>	10	20
<i>РГЗ:</i>	5	15
<i>Экзамен:</i>	20	40
Семестр: 7		
<i>Лекция:</i>	7	15
<i>Лабораторная:</i>	5	10
<i>Практические занятия:</i>	5	20
<i>РГЗ:</i>	8	15
<i>Экзамен:</i>	20	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита ЛР	Защита РГЗ	Экзамен
ПК.5	з5. знать основы теории электромеханического преобразования энергии и основные характеристики электрических машин	+	+	+
ПК.6	у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках	+	+	+
	у3. уметь проводить стандартные испытания электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Беспалов В. Я. Электрические машины : [учебное пособие по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии"] / В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец. - Москва, 2010. - 312, [1] с. : ил., табл.
2. Шевченко А. Ф. Электрические машины с постоянными магнитами : учебное пособие / А. Ф. Шевченко, А. Г. Приступ ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 60, [3] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229240
3. Жуловян В. В. Основы электромеханического преобразования энергии : [учебник] / В. В. Жуловян. - Новосибирск, 2014. - 425, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214038
4. Вольдек А. И. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для вузов по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - СПб., 2007. - 349 с. : ил. - Издательская программа 300 лучших учебников для высшей школы.

5. Вольдек А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник для вузов по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Энергетика" / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - СПб. [и др.], 2007. - 319 с. : ил. - Издательская программа 300 лучших учебников для высшей школы.
6. Иванов-Смоленский А. В. Электрические машины. В 2 т. Т. 2 : учебник для вузов / А. В. Иванов-Смоленский. - Москва, 2006. - 531, [1] с. : ил.
7. Иванов-Смоленский А. В. Электрические машины. В 2 т. Т. 1 : учебник для вузов / А. В. Иванов-Смоленский. - Москва, 2006. - 651, [1] с. : ил.

Дополнительная литература

1. Китаев В. Е. Электрические машины. Ч. 1. Машины постоянного тока. Трансформаторы : учебное пособие для электромеханических специальностей техникумов / В. Е. Китаев, Ю. М. Корхов, В. К. Свирин; под ред. В. Е. Китаева. - М., 1978. - 183, [1] с. : ил
2. Китаев В. Е. Электрические машины. Ч. 2. Машины переменного тока : учебное пособие для электромеханических специальностей техникумов / В. Е. Китаев, Ю. М. Корхов, В. К. Свирин ; под ред. В. Е. Китаева. - М., 1978. - 182, [2] с. : ил
3. Копылов И. П. Электрические машины : учебник для электромех. и электроэнерг. специальностей вузов / И. П. Копылов. - М., 2004. - 607 с. : ил.
4. Костенко М. П. Электрические машины. Ч. 2 : учебник для электроэнергетических и электротехнических специальностей вузов / М. П. Костенко, Л. М. Пиотровский. - Л., 1973. - 647 с.
5. Костенко М. П. Электрические машины. Ч. 1. Машины постоянного тока: Трансформаторы : Учебник для высш. техн. учеб. заведений / М. П. Костенко. - Л., 1973. - 544 с.
6. Тихомиров П. М. Расчет трансформаторов : учебное пособие для электротехнических и электромеханических специальностей вузов / П. М. Тихомиров. - Москва, 1986. - 527 с. : ил.
7. Асинхронные двигатели серии 4А : справочник / А. Э. Кравчик [и др.]. - М., 1982. - 500, [3] с. : схемы, табл.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Электрические машины. Ч. 1 : методические указания к лабораторным работам ФМА, ФЭН направления 140400 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Т. В. Честюнина, А. Г. Приступ, Д. М. Топорков]. - Новосибирск, 2014. - 80, [2] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199752
2. Электрические машины : программа, контрольные задания и методические рекомендации для 3Ф ИДО / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Комаров и др.]. - Новосибирск, 2007. - 33, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000070162

3. Электрические машины. Ч. 2 : методические указания к лабораторным работам по курсу "Электрические машины" для 3 и 4 курсов / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. Б. Вяльцев, А. Г. Приступ, А. Ф. Шевченко]. - Новосибирск, 2014. - 48, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208340
4. Электрические машины. Машины постоянного тока : учебное пособие / [А. Ф. Шевченко и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 66, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000218138
5. Электрические машины : методические указания к расчету курсового проекта (курсовой работы) по трансформаторам / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. О. Н. Савилов и др.]. - Новосибирск, 2009. - 46, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000120273
6. Тюков В. А. Электрические машины (ЗФ, 140601, Тюков В. А.) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Тюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157470. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Windows
- 2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Лаб.стенд "Электрич. машины(стенд. исполнение,комп.версия) ЭМ-1-С-К	для проведения лабораторных работ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электромеханики

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н., доцент М.Е. Вильбергер
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрические машины

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электротехника, электромеханика и электротехнологии

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Электрические машины приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.5/ПТ готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	з5. знать основы теории электромеханического преобразования энергии и основные характеристики электрических машин	Исследование асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором Исследование синхронного генератора Исследование трёхфазного трансформатора Коллекторные двигатели переменного тока. Бесконтактные машины постоянного тока. Коммутация в машинах постоянного тока. Способы улучшения коммутации. Конструкция и принцип действия. Обмотки статора и ротора. Асинхронная машина при неподвижном роторе. Приведение рабочего процесса вращающейся асинхронной машины к неподвижной. Конструкция и принцип действия. Холостой ход трансформаторов. Работа при нагрузке. Уравнения напряжений, векторная диаграмма, схема замещения. Магнитное поле и ЭДС синхронной машины при холостом ходе. Особенности расчёта магнитной цепи. Магнитное поле синхронной машины при нагрузке, Продольная и поперечная реакция якоря. Параметры обмотки якоря. Магнитное поле машины постоянного тока при холостом ходе и при нагрузке. Реакция якоря. Назначение, области применения, конструкция и принцип действия. Обмотки машин постоянного тока. Однофазные асинхронные двигатели. Конденсаторные двигатели. Двигатели с полым и массивным роторами, другие особые исполнения асинхронных машин. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Потери энергии, энергетическая диаграмма и К.П.Д. трансформаторов Основные уравнения двигателей. Характеристики двигателей. Способы пуска и регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока. Принцип действия и особенности конструкции синхронных машин. Турбогенераторы и гидрогенераторы Пуск в ход асинхронного двигателя. Проблемы и способы пуска двигателей. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока. Способы пуска Синхронные двигатели. Способы пуска. Регулирование скорости вращения. Синхронный компенсатор Способы регулирования частоты вращения. Способы пуска. Однофазные асинхронные двигатели. Трансформирование трёхфазного тока. Схемы и группы соединений. Параллельная работа трансформаторов. Устройство вращающихся электрических машин. Магнитные поля и индуктивные параметры Характеристики синхронного генератора. ЭДС обмотки якоря. Электромагнитный момент	Отчет по лабораторной работе РГЗ,	Экзамен, вопросы 1, 2, 3,4,5 разделы

ПК.6/ПТ способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках	Группы соединения обмоток трансформаторов. Переходные процессы в трансформаторах. Исследование асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором Исследование трёхфазного трансформатора Коммутация в машинах постоянного тока. Способы улучшения коммутации. Магнитное поле и ЭДС синхронной машины при холостом ходе. Особенности расчёта магнитной цепи. Магнитное поле синхронной машины при нагрузке, Продольная и поперечная реакция якоря. Параметры обмотки якоря. Магнитное поле машины постоянного тока при холостом ходе и при нагрузке. Реакция якоря. Однофазные асинхронные двигатели. Конденсаторные двигатели. Двигатели с полым и массивным роторами, другие особые исполнения асинхронных машин. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Потери энергии, энергетическая диаграмма и К.П.Д. трансформаторов Основные уравнения генераторов постоянного тока. Характеристики генераторов при различных способах возбуждения Параллельная работа синхронных машин с сетью бесконечно большой мощности. Угловые характеристики. Синхронизирующая мощность и момент. У-образные характеристики синхронных генераторов Работа асинхронной машины в режиме генератора, противовключения. Преобразователь частоты, фазорегулятор, индукционный регулятор, машина двойного питания. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока. Способы пуска Трансформаторы специального назначения. Автотрансформаторы Трансформирование трёхфазного тока. Схемы и группы соединений. Параллельная работа трансформаторов. Уравнения электрического равновесия синхронных машин. Векторные диаграммы синхронных генераторов с учётом и без учёта насыщения.. Устройство вращающихся электрических машин. Магнитные поля и индуктивные параметры Характеристики генераторов постоянного тока Характеристики синхронного генератора. ЭДС обмотки якоря. Электромагнитный момент Электродвижущие и магнитодвижущие силы обмоток машин переменного тока. Индуктивные параметры. Электромагнитный момент асинхронной машины. Механические характеристики асинхронных машин переменного тока.	Отчет по лабораторной работе РГЗ,	Экзамен, вопросы 1, 2, 3,4,5 разделы
ПК.6/ПТ	у3. уметь проводить стандартные испытания электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем	Исследование синхронного генератора Исследование трёхфазного трансформатора Основные уравнения двигателей. Характеристики частоты вращения двигателей постоянного тока. Пуск в ход асинхронного двигателя. Проблемы и способы пуска двигателей. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока. Способы пуска Способы регулирования частоты вращения. Способы пуска. Однофазные асинхронные двигатели. Трансформирование трёхфазного тока. Схемы и группы соединений. Параллельная работа трансформаторов.	Отчет по лабораторной работе	Экзамен, вопросы 1, 2, 3,4,5 разделы

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 6 семестре - в форме экзамена, в 7 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.5/ПТ, ПК.6/ПТ.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 6 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.5/ПТ, ПК.6/ПТ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Электрические машины», 6 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов по первому разделу, второй вопрос из диапазона вопросов по второму разделу, третий вопрос выбирается из диапазона вопросов по третьему разделу (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № 4

к экзамену по дисциплине «Электрические машины»

1. В чем состоит закон Ампера? Назовите все величины, входящие в формулу Ампера, и единицы их измерения.
2. Как изменится ток и потери холостого хода при введении воздушного зазора в магнитопровод трансформатора?
3. Где больше магнитные потери - в неподвижном статоре или во вращающемся роторе, почему?

Утверждаю: зав. кафедрой ЭМ _____ проф. Д.т.н. Шевченко А.Ф.
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет 0-19 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет 20-26 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может

представить качественные характеристики процессов, оценка составляет 27-32 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет 33-40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Электрические машины»

Блок 1. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии

1. Что такое магнитное поле? Понятие магнитной индукции и магнитного потока. Что такое магнитная проницаемость среды?
2. В чем состоит закон Ампера? Назовите все величины, входящие в формулу Ампера, и единицы их измерения.
3. Понятие напряженности магнитного поля. Для чего вводится понятие напряженности магнитного поля?
4. Приведите определение и математическую запись закона полного тока. Покажите на примере, как им можно воспользоваться для расчета магнитных цепей.
5. Сформируйте закон электромагнитной индукции. Приведите формулировки Фарадея и Максвелла.
6. Что такое индуктивность, единицы измерения. Самоиндукция.
7. Энергия магнитного поля катушки.
8. Плотность энергии магнитного поля.
9. Взаимная индуктивность контуров. Поток рассеяния и поток взаимной индукции.
10. Магнитная энергия системы контуров с током.
11. Расчет силы тяги электромагнита.
12. Расчет механических сил в магнитном поле (из закона сохранения энергии).
13. Сделайте общее описание конструкции обмотки статора (стержень, виток, катушка, катушечная группа, фаза, обмотка).
14. М.д.с. катушки с диаметральной шаг. Представление м.д.с. в виде пространственных гармонических волн.
15. М.д.с. катушки с укороченным шагом.
16. М.д.с. катушечной группы и м.д.с. фазы. Как изменяются амплитуды пространственных гармонических фаз по сравнению с амплитудами пространственных гармонических катушки.
17. М.д.с. трехфазной обмотки (на примере первой гармонической).
18. М.д.с. высших гармоник.
19. Условия образования вращающегося магнитного поля. Покажите на простейшей машине, что такое поле вращается.
20. Э.д.с. проводника, витка и катушки.
21. Э.д.с. катушечной группы.
22. Э.д.с. фазы.
23. Э.д.с. обмотки от высших гармоник магнитного поля.
24. Способы улучшения формы кривой э.д.с.
25. Магнитные поля, создаваемые обмоткой переменного тока.

26. Главные индуктивные сопротивления обмоток переменного тока.
27. Индуктивные сопротивления рассеяния обмоток переменного тока.
28. Понятие линейной плотности тока. Выражение линейной плотности тока через магнитодвижущие силы.
29. Выражение вращающего момента через электромагнитные силы.
30. Расчет электромагнитного момента исходя из энергии магнитного поля.

Блок 2. Трансформаторы

1. Почему при увеличении тока во вторичной обмотке трансформатора увеличивается ток в первичной?
2. С какой целью используются трансформаторы в системах передачи и распределения электрической энергии? Ответ обоснуйте.
3. Объясните принцип действия трансформатора.
4. Какие рабочие свойства трансформатора можно оценить по величине напряжения короткого замыкания U_k ? Приведите необходимые пояснения.
5. Как изменится ток и потери холостого хода при введении воздушного зазора в магнитопровод трансформатора?
6. Что такое напряжение короткого замыкания, чем оно определяется? На какие характеристики трансформатора оказывает влияние его значение.
7. Объясните, почему потери в стали магнитопровода практически не зависят от нагрузки?
8. С какой целью магнитопровод трансформатора выполняется из стали. Можно ли выполнить трансформатор на частоту 50 Гц без стального сердечника?
9. Объясните построение векторной диаграммы трансформатора. Как влияет характер нагрузки на величину выходного напряжения?
10. Объясните, почему величина U_k трансформатора много меньше номинального напряжения.
11. Как влияет величина индукции в магнитопроводе и наличие воздушных зазоров в магнитопроводе на величину намагничивающего тока?
12. Почему в 3-х стержневом трансформаторе с плоской магнитной системой токи в фазах при холостом ходе несимметричны? Приведите необходимые пояснения.
13. Что такое внешние характеристики трансформатора? Как они снимаются. От чего зависит наклон внешних характеристик?
14. Что такое “ток холостого хода” трансформатора, где он протекает в трансформаторе? От каких факторов зависит величина тока холостого хода.
15. Объясните энергетическую диаграмму трансформатора.
16. Что такое “намагничивающий ток”, в чём его отличие от тока холостого хода.
17. Как распределится нагрузка между двумя параллельно работающими трансформаторами если их U_k не равны? Приведите доказательство.
18. В чем сущность “эквивалентной” замены вторичной обмотки трансформатора? Зачем и как реальная обмотка заменяется иной, с другими параметрами и другим значением тока и напряжения?
19. Что такое “номинальное” изменение напряжения? От каких факторов зависит его величина.
20. Какие требования предъявляются к трансформатору при параллельной работе с другими трансформаторами? К каким последствиям приводит нарушение этих требований.
21. Почему, как правило, трансформатор имеет максимальное значение к.п.д. при нагрузке меньше номинальной? Как это достигается?
22. Какими магнитными полями “обусловлены” реактивности X_1, X_2', X_μ ? Покажите, где они замыкаются. Какая связь существует между этими полями и соответствующими реактивностями?
23. Что такое группа соединения обмотки трансформатора?

24. Покажите, при каких условиях при синусоидальном напряжении ток холостого хода однофазного трансформатора может быть несинусоидальным?
25. Как и почему распределяется нагрузка между параллельно работающими трансформаторами с разными коэффициентами трансформации?
26. Какие потери имеют место в режиме к.з.? Объясните зависимость $P_K = f(U_1)$.
27. Как определить опытным путем потери в стали магнитопровода и потери в обмотке трансформатора?
28. От каких факторов зависит вид внешних характеристик трансформатора? Почему?
29. Почему $\cos \varphi_0$ в режиме х.х. трансформатора значительно меньше чем в номинальном режиме? Объясните зависимость $\cos \varphi_0 = f(U_1)$.
30. Изобразите схему замещения трансформатора при нагрузке, поясните параметры и объясните количественные соотношения параметров.

Блок 3. Асинхронные машины

1. Какие виды асинхронных машин вы знаете? Опишите их конструкцию.
2. Опишите принцип действия асинхронной машины.
3. Что такое намагничивающий ток асинхронной машины? Где он протекает на схеме замещения и в реальной машине?
4. Дайте пояснение физического смысла параметров схемы замещения асинхронной машины. Поясните определение параметров схемы замещения по опытным данным.
5. Работа асинхронной машины в генераторном режиме (механическая характеристика, энергетическая диаграмма). Как перевести асинхронную машину в генераторный режим? Почему асинхронный генератор не получил широкого распространения?
6. Каким образом в схеме замещения асинхронной машины учитывается механическая нагрузка на валу машины?
7. В каких случаях возможно применение способа пуска асинхронного двигателя при переключении схемы обмотки со звезды на треугольник?
8. Изобразите векторную диаграмму асинхронной машины в двигательном режиме. Объясните порядок построения.
9. Объясните зависимость к.п.д. от нагрузки. При каких условиях к.п.д. достигает максимального значения?
10. Где больше магнитные потери - в неподвижном статоре или во вращающемся роторе, почему?
11. Изобразите механическую характеристику асинхронной машины. Укажите скорости и скольжения в различных режимах работы.
12. Объясните конструкцию и работу асинхронного двигателя с глубокопазым ротором.
13. Как изменится пусковой момент при переключении обмотки статора со “звезды” на “треугольник”, почему?
14. Как зависит электромагнитный момент АМ от напряжения, частоты питающей сети, реактивностей статора и ротора?
15. Почему АД не приходит во вращение, если в сеть включена только одна фаза двигателя? Как можно включить трехфазный асинхронный двигатель в однофазную цепь?
16. С какой целью проводится опыт ХХ асинхронного двигателя? Приведите и поясните характеристики холостого хода.
17. Как по номинальным данным АМ построить механическую характеристику (используя формулу Клосса)?
18. С какой целью и как проводится опыт КЗ асинхронного двигателя? Приведите и поясните характеристики короткого замыкания.
19. В каких участках стали возникают потери в АД при неподвижном роторе, при синхронном вращении, при номинальной нагрузке?
20. Краткая характеристика способов регулирования частоты вращения асинхронных двигателей с к.з. ротором.
21. Почему ротор асинхронного двигателя не может вращаться со скоростью поля статора?

22. Приведите энергетическую диаграмму АМ в двигательном режиме. В каких частях машины имеют место выделяемые потери?
23. Дайте анализ зависимости максимального момента асинхронной машины от ее параметров.
24. Какое влияние оказывает сопротивление обмотки ротора на кривую асинхронного момента? (Приведите несколько механических характеристик)
25. Как перевести АМ в режим противовключения? Поясните энергетическую диаграмму в этом режиме.
26. Для чего в цепь фазного ротора на период пуска вводят активное сопротивление? (Дайте пояснение происходящим при этом явлениям)
27. Как следует изменять напряжение при регулировании скорости АД изменением частоты при постоянстве момента?
28. Краткая характеристика способов пуска асинхронных двигателей с к.з. ротором.
29. Опишите процесс регулирования скорости вращения двигателей с фазным ротором.
30. В чем сходство и различие между схемами замещения асинхронной машины и трансформатора?

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Электрические машины», 6 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны рассчитать силовой трехфазный трансформатор в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ исходных данных, выбрать и обосновать основные размеры, рассчитать основные параметры трансформатора, построить характеристики, начертить эскиз остова в соответствии с рассчитанными данными.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Расчет основных электрических величин.
2. Определение основных размеров трансформатора.
3. Расчет обмоток низкого и высокого напряжения.
4. Потери короткого замыкания.
5. Напряжение короткого замыкания.
6. Расчет магнитной цепи.
7. Характеристики трансформатора.
8. Эскизный остова.

Оцениваемые позиции:

Обоснованность принимаемых решений при предварительном выборе размеров и конструкции обмоток.

Верность производимых расчетов.

Обоснованность ответов при защите.

Оформление пояснительной записки.

9. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, оценка составляет 0-4 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы оценка составляет 5-9 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, оценка составляет 10-12 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, оценка составляет 13-15 баллов.

10. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

11. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

№ п/п	Тип трансформатора	Мощность S(кВа)	U _{ВН} (кВ)	U _{НН} (кВ)	P _{КЗ} (Вт)	P _{ХХ} (Вт)	U _К (%)	I _{ХХ} (%)	Схема и группа соединений обмоток
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ТМ	63	20	0,23	1470	290	5,3	4,16	Y/YO-0
2	ТС	180	3	0,4	3000	1600	5,3	4,0	Y/Y-0
3	ТМ	160	35	0,69	2650	660	6,5	2,4	Y/Δ-0
4	ТС	160	6	0,69	2700	700	5,5	4,0	Δ/YO-0
5	ТМ	250	6	0,4	3700	780	4,5	2,3	Y/YO-0
6	ТС	320	10	0,525	4900	2600	5,5	3,5	Y/Δ-11
7	ТМ	400	10	0,23	5500	1080	4,5	2,1	Y/YO-0
8	ТС	250	6	0,23	3800	1000	5,5	3,5	Δ/YO-11
9	ТМ	630	20	0,69	6300	2450	6,5	1,97	Y/Δ-11
10	ТС	400	6	0,4	5400	1300	5,5	3,0	Δ/YO-11
11	ТМ	1000	35	3,15	11600	2750	6,5	1,5	Y/Δ-11
12	ТС	630	10	0,69	7300	2000	5,5	3,0	Δ/YO-11
13	ТМ	1600	20	0,4	18000	3650	6,5	1,4	Y/YO-0
14	ТС	1000	6	0,69	11200	3000	5,5	2,5	Δ/YO-11
15	ТМ	25	6	0,23	690	125	4,7	3,2	Y/YO-0
16	ТС	1600	10	0,4	16000	4200	5,5	2,5	Δ/YO-11
17	ТМ	40	10	0,4	1000	180	4,7	3	Y/YO-0
18	ТС	560	3	0,525	7400	3500	5,5	3	Y/Δ-11
19	ТМ	1000	20	0,23	1970	2065	6,5	4,16	Y/YO-0
20	ТС	750	6	0,525	8800	4900	5,5	2,5	Y/Δ-11

Паспорт экзамена

по дисциплине «Электрические машины», 7 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов по первому разделу, второй вопрос из диапазона вопросов по второму разделу, (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Электрические машины»

1. Принцип действия и назначение синхронных машин?
2. С какой целью щетки МПТ устанавливают на линии геометрической нейтрали?

Утверждаю: зав. кафедрой ЭМ _____ проф. Д.т.н. Шевченко А.Ф.
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет 0-19 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет 20-26 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может

представить качественные характеристики процессов, оценка составляет 27-32 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет 33-40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Электрические машины»

Блок 1. Синхронные машины

1. Принцип действия и назначение синхронных машин?
2. Перечислите элементы конструкции СМ и объясните их назначение. Сравните конструкцию СМ с конструкцией АМ.
3. Приведите основные уравнения электрического равновесия цепи якоря синхронного генератора? Дайте объяснения входящих в них Э.Д.С.
4. Как по известным U , I , $\cos\varphi$ построить векторную диаграмму Blondеля? Как по векторной диаграмме Blondеля определить изменение напряжения генератора?
5. Каким образом на вид векторной диаграммы сказывается непостоянство воздушного зазора в СГ с явновыраженными полюсами?
6. Объясните ход характеристики холостого хода синхронного генератора.
7. Изобразите характеристику КЗ синхронного генератора. Почему магнитная система в опыте КЗ не насыщена?
8. Как с помощью X_{Σ} и индукционной нагрузочной характеристике определить X_{σ} и F_a ?
9. Какое влияние оказывает величина воздушного зазора на ход характеристики холостого хода?
10. В каких режимах работы на автономную нагрузку возникают поперечная, продольно-размагничивающая, продольно-намагничивающая реакция якоря?
11. Изобразите и дайте пояснение регулировочным характеристикам СГ при различном характере нагрузки.
12. Изобразите и поясните нагрузочные характеристики синхронного генератора.
13. Изобразите внешние характеристики синхронного генератора при различных характерах нагрузки и объясните их ход.
14. Как определить по опытным данным насыщенное и ненасыщенное значение индуктивного сопротивления по продольной оси X_d ?
15. Что такое ударный ток короткого замыкания? Как он рассчитывается?
16. Какие характеристики СМ получили наименование “угловых”? Изобразите их и запишите уравнения.
17. Как изменить активную (или реактивную) мощность, отдаваемую СГ в сеть большой мощности.
18. Изменяется ли частота вращения СД с изменением нагрузки на валу? Что изменяется в режиме работы СД с изменением нагрузки?
19. Что такое “угол θ ”? Можете ли Вы показать его значение на векторной диаграмме Почему с уменьшением тока возбуждения снижается статическая устойчивость

- синхронного двигателя? Покажите линию статической устойчивости на U-образных кривых.
20. Поставьте знак неравенства между параметрами X_d , X_d' , X_d'' и дайте пояснения.
 21. Чем объяснить, что при внезапном к.з. первоначальный ток в якоре СМ значительно больше установившегося тока к.з.?
 22. Можно ли изменить величину результирующего потока взаимоиндукции синхронной машины путем изменения тока возбуждения при работе:
 - а) на автономную нагрузку;
 - б) параллельно с сетью большой мощности.
 23. Как перевести синхронный генератор в двигательный режим. По показаниям каких приборов это может быть установлено?
 24. Может ли явнополюсный синхронный двигатель работать без возбуждения?
 25. Какая связь существует между О.К.З. и величиной воздушного зазора? Дайте пояснения.
 26. Нарисуйте энергетическую диаграмму синхронного генератора и объясните ее?
 27. Почему в гидрогенераторах предусматривается большое число полюсов? Почему турбогенераторы имеют небольшое число пар полюсов? ($p=1,2$)
 28. Что такое предел статической устойчивости синхронной машины? Каким образом можно повысить предел статической устойчивости?
 29. Изменится ли характер реакции якоря синхронного генератора работающего в автономном режиме, если изменить величину тока возбуждения?
 30. Изменится ли характер реакции якоря синхронного генератора работающего параллельно с сетью большой мощности, если изменить величину тока возбуждения?
 31. Что такое О.К.З.? Как его величина связана с X_d и конструкцией синхронной машины?
 32. Что такое демпферная (успокоительная) обмотка? Где она располагается? Какой цели служит?
 33. Какие характеристики СМ получили наименование U-образных? Изобразите и поясните их.
 34. Как можно предотвратить повреждение обмотки возбуждения СД при асинхронном пуске?
 35. Условия подключения СГ методом точной синхронизации к сети большой мощности.
 36. Назначение и принцип действия синхронного компенсатора.
 37. Что такое "режим перевозбуждения" и "режим недовозбуждения" СГ?
 38. Конструкция явнополюсной и неявнополюсной СМ.
 39. Какие Вам известны способы пуска в ход СД, дайте пояснения.
 40. Может ли какая-либо машина в двигательном режиме отдавать реактивную мощность в сеть? Поясните свой ответ.
 41. Как влияет на вид угловой характеристики явнополюсность магнитной системы индуктора?
 42. Почему индуктивное сопротивление X_d отличается от X_q ?

Блок2. Машины постоянного тока

1. Напишите уравнение электромагнитного момента МПТ. Как он зависит от тока якоря двигателей с последовательным возбуждением?
2. Устройство машин постоянного тока (основные элементы конструкции, их назначение).
3. От чего зависит величина Э.Д.С. якоря? Как можно регулировать Э.Д.С.?
4. С какой целью щетки МПТ устанавливают на линии геометрической нейтрали?

5. Как и по каким причинам изменится вращающий момент ДПТ при сдвиге щеток с линии геометрической нейтрали?
6. Перечислите обмотки, которые может иметь МПТ. Их назначение, изображение на схеме.
7. Устройство простой петлевой обмотки.
8. Почему корпус машины постоянного тока выполняют из магнитопроводящего материала?
9. В чем заключается “размагничивающее” действие поперечной реакции якоря?
10. Какой характер носит реакция якоря в машинах постоянного тока?
11. Как влияет поперечная реакция якоря на магнитное поле машины и на напряжение между соседними коллекторными пластинами?
12. При каких условиях имеет место линейная коммутация в машинах постоянного тока?
13. Какую ЭДС, индуктируемую в коммутированной секции называют реактивной?
14. Перечислите и поясните известные Вам способы улучшения коммутации
15. В каких случаях в машинах постоянного тока имеет место “замедленная” и “ускоренная” коммутация? Почему?
16. Каковы причины искрения щёток?
17. Почему обмотка дополнительных полюсов включается последовательно с обмоткой якоря?
18. Что такое компенсационная обмотка? Где она располагается? Как включается? Для чего служит?
19. Перечислите условия самовозбуждения (и объясните процесс) генератора постоянного тока с параллельным возбуждением. Почему генератор не возбуждается при нарушении этих условий?
20. Сравните регулировочные характеристики генераторов с различными способами возбуждения.
21. Что такое нагрузочная характеристика и характеристика холостого хода ГПТ? Изобразите и объясните их вид.
22. Изобразите и объясните энергетическую диаграмму ГПТ
23. Изобразите и объясните вид нагрузочных характеристик ГПТ при различных способах возбуждения.
24. Укажите причины изменения напряжения на якоре генератора постоянного тока с ростом тока нагрузки при различных способах возбуждения
25. Как влияет изменение величины воздушного зазора на вид характеристики холостого хода?
26. Изобразите и объясните регулировочные характеристики ГПТ при различных способах возбуждения.
27. Объясните принцип действия генератор постоянного тока.
28. Изобразите и объясните внешние характеристики генераторов постоянного тока при различных способах возбуждения
29. Изобразите и объясните ход механической характеристики двигателя с последовательным возбуждением.
30. Дайте краткую характеристику известных Вам способов регулирования частоты вращения ДПТ.
31. Изобразите и объясните ход скоростных характеристик ДПТ с различными системами возбуждения.
32. Приведите известные Вам уравнения, описывающие режимы работы двигателей параллельного возбуждения.
33. Какие способы регулирования частоты вращения применяются для двигателей постоянного тока?

34. От чего зависит величина магнитного потока в воздушном зазоре двигателя? Каково влияние этого потока на вид скоростной характеристики?
35. Чем определяется величина сопротивления якорной цепи ДПТ. Объясните влияние сопротивления якорной цепи на вид механической характеристики.
36. Зачем предусматривают стабилизирующую обмотку в двигателях параллельного возбуждения? Ответ обоснуйте.
37. Почему стабилизирующая и компенсационная обмотки МПТ включаются последовательно с обмоткой якоря?
38. Как изменится ток, скорость, полезная мощность двигателя при увеличении тормозного момента, приложенного к валу двигателя? Почему?
39. Изобразите и поясните ход скоростных характеристик двигателей постоянного тока с параллельным возбуждением при различных токах возбуждения.
40. Почему нельзя работающий двигатель последовательного возбуждения оставлять без нагрузки?
41. Изобразите и объясните ход механических характеристик ДПТ с различными системами возбуждения.
42. Какие способы уменьшения пускового тока применяют в двигателях постоянного тока?

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Электрические машины», 7 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны решить 4 типовые задачи из методического пособия согласно своего варианта.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты решить 4 типовые задачи, оформить в пояснительную записку и ответить на вопросы преподавателя по решению.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Типовая задача по трансформаторам.
2. Типовая задача по асинхронным машинам.
3. Типовая задача по синхронным машинам.
4. Типовая задача по машинам постоянного тока.

Оцениваемые позиции:

Верность решения.

Качество оформление.

Грамотность ответов при защите.

5. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствует анализ объекта, оценка составляет 0-4 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально в решении есть ошибки которые студент способен исправить при помощи преподавателя, оценка составляет 5-8 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, в решении есть незначительные ошибки которые студент может исправить самостоятельно, при защите наблюдаются незначительные пробелы в знаниях оценка составляет 9-12 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если в решении нет ошибок, при ответе на вопросы студент показывает высокий уровень знаний по дисциплине, оценка составляет 13-15 баллов.

6. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

7. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Варианты заданий приведен в учебном пособии

Электрические машины : программа, контрольные задания и методические рекомендации для 3Ф ИДО / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Комаров и др.]. - Новосибирск, 2007. - 33, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000070162