

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**  
**Режимы работы электрических машин и трансформаторов**

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

Курс: 4, семестр : 7

Факультет мехатроники и автоматизации,

|    |                                                                                                      | Семестр |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| №  | Вид деятельности                                                                                     | 7       |
| 1  | Всего зачетных единиц (кредитов)                                                                     | 5       |
| 2  | Всего часов                                                                                          | 180     |
| 3  | Всего занятий в контактной форме, час.                                                               | 84      |
| 4  | Лекции, час.                                                                                         | 36      |
| 5  | Практические занятия, час.                                                                           | 36      |
| 6  | Лабораторные занятия, час.                                                                           | 0       |
| 7  | из них в активной и интерактивной форме, час.                                                        | 18      |
| 8  | Аттестация, час.                                                                                     | 2       |
| 9  | Консультации, час.                                                                                   | 10      |
| 10 | Самостоятельная работа, час.                                                                         | 96      |
| 11 | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе) | РГЗ     |
| 12 | Вид аттестации                                                                                       | ДЗ      |

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, по выбору студента

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. Топорков Д. М.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Шевченко А. Ф.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Аносов В. Н.

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

|                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; в части следующих результатов обучения:</b> |  |
| у9. уметь преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа и синтеза электротехнических систем                                                                                                                                       |  |
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:</b>                                                                                                       |  |
| з5. знать основы теории электромеханического преобразования энергии и основные характеристики электрических машин                                                                                                                                                |  |
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.6 способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:</b>                                                                                                             |  |
| у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках                                                                                                                                               |  |

## 2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

| Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)                                        | Формы организации занятий                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <i>Режимы работы электрических машин и трансформаторов</i>                                                                             |                                                      |
| <b>ОПК.2.у9 уметь преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа и синтеза электротехнических систем</b> |                                                      |
| 1. Уметь применять методы математического анализа при решении инженерных задач                                                         | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| <b>ПК.5.з5 знать основы теории электромеханического преобразования энергии и основные характеристики электрических машин</b>           |                                                      |
| 2. знать виды электрических машин и их основные характеристики                                                                         | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| <b>ПК.6.у1 уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках</b>          |                                                      |
| 3. уметь рассчитывать режимы работы генераторов и электродвигателей                                                                    | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |

## 3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

| Темы лекций                                                                                                  | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                                                            |                      |      |                               |                      |
| <b>Дидактическая единица: Несимметричные режимы работы трансформаторов. Метод симметричных составляющих.</b> |                      |      |                               |                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |    |         |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|---------|---------|
| 1. Несимметричная нагрузка трансформаторов.<br>Причины появления несимметричной нагрузки.<br>Трансформация несимметричных токов при соединении в звезду, при соединении в треугольник.<br>Магнитные поля при несимметричной нагрузке.<br>Искажение первичных фазных напряжений при несимметричной нагрузке.<br>Искажение вторичных напряжений при несимметричной нагрузке.                   | 0  | 10 | 1, 2, 3 | изучить |
| <b>Дидактическая единица: Несимметричные режимы работы асинхронных машин</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |    |         |         |
| 2. Работа асинхронной машины при несимметрии первичных напряжений.<br>Работа асинхронного двигателя при несимметрии сопротивлений в фазах двигателя.                                                                                                                                                                                                                                         | 8  | 12 | 1, 2, 3 | изучить |
| <b>Дидактическая единица: Несимметричные режимы работы синхронных машин</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |    |         |         |
| 3. Общая характеристика несимметричных режимов СМ.<br>Параметры обмотки якоря для токов прямой последовательности.<br>Параметры обмотки якоря для токов обратной последовательности.<br>Параметры обмотки якоря для токов нулевой последовательности.<br>Анализ несимметричного режима СГ.<br>Работа СГ на автономную несимметричную нагрузку.<br>Несимметричные режимы короткого замыкания. | 10 | 14 | 1, 2, 3 | изучить |

Таблица 3.2

| Темы практических занятий                                                    | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность                                                |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                            |                      |      |                               |                                                                     |
| <b>Дидактическая единица: Несимметричные режимы работы асинхронных машин</b> |                      |      |                               |                                                                     |
| 1. Расчёт статических пусковых характеристик.                                | 0                    | 5    | 1, 2, 3                       | Расчёт статических пусковых характеристик АД                        |
| 2. Анализ изображающих векторов тока и потокосцепления обмотки статора       | 0                    | 5    | 1, 2, 3                       | Анализ изображающих векторов тока и потокосцепления обмотки статора |

|                                                                                                                                                                                                                                  |   |    |         |                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Влияние магнитной несимметрии на статическую пусковую характеристику<br>Влияние электрической несимметрии на статическую пусковую характеристику<br>Влияние поля возбуждения на пусковые характеристики синхронного двигателя | 0 | 18 | 1, 2, 3 | Влияние магнитной несимметрии на статическую пусковую характеристику<br>Влияние электрической несимметрии на статическую пусковую характеристику<br>Влияние поля возбуждения на пусковые характеристики синхронного двигателя |
| <b>Дидактическая единица: Несимметричные режимы работы синхронных машин</b>                                                                                                                                                      |   |    |         |                                                                                                                                                                                                                               |
| 4. Внезапное к. з. СГ без успокоительной обмотки                                                                                                                                                                                 | 0 | 4  | 1, 2, 3 | Анализ расчётной модели в осях d,q.<br>Анализ фазных токов                                                                                                                                                                    |
| 5. Внезапное к.з. СГ с успокоительной обмоткой                                                                                                                                                                                   | 0 | 4  | 1, 2, 3 | Анализ расчётной модели в осях d,q<br>Анализ фазных токов                                                                                                                                                                     |

#### 4. Самостоятельная работа обучающегося

| №                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Виды самостоятельной работы         | Ссылки на результаты обучения | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                     |                               |                    |                      |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | РГЗ                                 | 1, 3                          | 57                 | 5                    |
| : Моделирование динамических режимов электромеханических преобразователей энергии и программный комплекс для их исследования : методическое пособие по дисциплинам "Моделирование электромеханических систем" и "Специальный курс электрических машин" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. В. Пастухов, К. В. Корнеев ]. - Новосибирск, 2008. - 38, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <a href="http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3544.rar">http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3544.rar</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                     |                               |                    |                      |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Подготовка к занятиям               | 1, 2, 3                       | 10                 | 0                    |
| : Моделирование динамических режимов электромеханических преобразователей энергии и программный комплекс для их исследования : методическое пособие по дисциплинам "Моделирование электромеханических систем" и "Специальный курс электрических машин" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. В. Пастухов, К. В. Корнеев ]. - Новосибирск, 2008. - 38, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <a href="http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3544.rar">http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3544.rar</a> 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: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199752">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199752</a> |                                     |                               |                    |                      |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Дополнительная учебная деятельность | 3                             | 9                  | 3                    |
| : Моделирование динамических режимов электромеханических преобразователей энергии и программный комплекс для их исследования : методическое пособие по дисциплинам "Моделирование электромеханических систем" и "Специальный курс электрических машин" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. В. Пастухов, К. В. Корнеев ]. - Новосибирск, 2008. - 38, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <a href="http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3544.rar">http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3544.rar</a> 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: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199752">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199752</a> |                                     |                               |                    |                      |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Подготовка к аттестации             | 1, 2, 3                       | 20                 | 2                    |
| : Моделирование динамических режимов электромеханических преобразователей энергии и программный комплекс для их исследования : методическое пособие по дисциплинам "Моделирование электромеханических систем" и "Специальный курс электрических машин" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. В. Пастухов, К. В. Корнеев ]. - Новосибирск, 2008. - 38, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <a href="http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3544.rar">http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3544.rar</a> 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: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199752">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199752</a> |                                     |                               |                    |                      |

## 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   | e-mail; ЭБС                               |
| Консультирование | e-mail; ЭБС                               |

## 6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставить оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

| Оцениваемые виды деятельности обучающихся  | Максимальный балл |
|--------------------------------------------|-------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                          |                   |
| <i>Лекция:</i>                             | 27                |
| <i>Практические занятия:</i>               | 18                |
| <i>РГЗ:</i>                                | 35                |
| <i>Зачет:</i>                              | 20                |
| Контролирующие материалы - список вопросов |                   |

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 РГЗ     | Зачет |
| <b>ОПК.2</b>          | у9. уметь преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа и синтеза электротехнических систем |                | +     |
| <b>ПК.5</b>           | з5. знать основы теории электромеханического преобразования энергии и основные характеристики электрических машин          |                | +     |
| <b>ПК.6</b>           | у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках         | +              | +     |

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

## 7. Литература

### Основная литература

1. 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](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214038)

### *Дополнительная литература*

1. Гольдберг О. Д. Переходные процессы в электрических машинах и аппаратах и вопросы их проектирования : Учеб. пособие для вузов по спец. "Электромеханика", "Электрические и электронные аппараты" / О. Д. Гольдберг, О. Б. Буль, И. С. Свириденко, С. П. Хелемская; Под ред. О. Д. Гольдберга. - М., 2001. - 512 с. : ил.
2. Важнов А. И. Переходные процессы в машинах переменного тока / А. И. Важнов. - Л., 1980. - 255, [1] с. : ил.
3. Проектирование электрических машин : учебник для электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов / [И. П. Копылов и др.] ; под ред. И. П. Копылова. - М., 2005. - 766, [1] с. : ил., табл.
4. Постников И. М. Обобщенная теория и переходные процессы электрических машин : учебник для вузов. - М., 1975. - 319 с.
5. Гольдберг О. Д. Автоматизация контроля параметров и диагностика асинхронных двигателей / О. Д. Гольдберг, И. М. Абдуллаев, А. Н. Абиев ; под ред. О. Д. Гольдберга. - М., 1991. - 158, [1] с. : ил.

### *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 "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

## **8. Методическое и программное обеспечение**

### *8.1 Методическое обеспечение*

1. Моделирование динамических режимов электромеханических преобразователей энергии и программный комплекс для их исследования : методическое пособие по дисциплинам "Моделирование электромеханических систем" и "Специальный курс электрических машин" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. В. Пастухов, К. В. Корнеев ]. - Новосибирск, 2008. - 38, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3544.rar>
2. 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](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199752)

### *8.2 Специализированное программное обеспечение*

- 1 Windows
- 2 Office

## 9. Материально-техническое обеспечение

### Специальное оборудование

| № | Наименование           | Назначение                                                                                                                                                                 |
|---|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Компьютерный класс №14 | Оборудование терминального класса №14 используется для освоения современного программного обеспечения, позволяющего производить расчеты режимов работы электрических машин |
| 2 | Экран                  | Мультимедийное оборудование, расположенное в аудитории 2-117 используется при проведении лекционных занятий                                                                |

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

#### **Режимы работы электрических машин и трансформаторов**

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 **Режимы работы электрических машин и трансформаторов** приведена в Таблице.

Таблица

| Формируемые компетенции                                                                                                                                                                        | Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)                                                            | Темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Этапы оценки компетенций                                   |                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ и др.) | Промежуточная аттестация (экзамен, зачет) |
| ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач | у11. уметь преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа и синтеза электротехнических систем | Анализ изображающих векторов тока и потокосцепления обмотки статора Влияние магнитной несимметрии на статическую пусковую характеристику Влияние электрической несимметрии на статическую пусковую характеристику Влияние поля возбуждения на пусковые характеристики синхронного двигателя Внезапное к. з. СГ без успокоительной обмотки Внезапное к.з. СГ с успокоительной обмоткой Несимметричная нагрузка трансформаторов. Причины появления несимметричной нагрузки. Трансформация несимметричных токов при соединении в звезду, при соединении в треугольник. Магнитные поля при несимметричной нагрузке. Искажение первичных фазных напряжений при несимметричной нагрузке. Искажение вторичных напряжений при несимметричной нагрузке. Общая характеристика несимметричных режимов СМ. Параметры обмотки якоря для токов прямой последовательности. Параметры обмотки якоря для токов обратной последовательности. Параметры обмотки якоря для токов нулевой последовательности. Анализ несимметричного режима СГ. Работа СГ на автономную несимметричную нагрузку. Несимметричные режимы короткого замыкания. Работа асинхронной машины при несимметрии первичных напряжений. Работа асинхронного двигателя при несимметрии сопротивлений в фазах двигателя. Расчёт |                                                            | Зачет вопросы 1.1-1.13, 2.1-2.6, 3.1-3.8  |

|                                                                                             |                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------|
|                                                                                             |                                                                                                                    | статических пусковых характеристик.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |                                          |
| ПК.5/ПТ готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности | з5. знать основы теории электромеханического преобразования энергии и основные характеристики электрических машин  | Анализ изображающих векторов тока и потокосцепления обмотки статора Влияние магнитной несимметрии на статическую пусковую характеристику Влияние электрической несимметрии на статическую пусковую характеристику Влияние поля возбуждения на пусковые характеристики синхронного двигателя Внезапное к. з. СГ без успокоительной обмотки Внезапное к.з. СГ с успокоительной обмоткой Несимметричная нагрузка трансформаторов. Причины появления несимметричной нагрузки. Трансформация несимметричных токов при соединении в звезду, при соединении в треугольник. Магнитные поля при несимметричной нагрузке. Искажение первичных фазных напряжений при несимметричной нагрузке. Искажение вторичных напряжений при несимметричной нагрузке. Общая характеристика несимметричных режимов СМ. Параметры обмотки якоря для токов прямой последовательности. Параметры обмотки якоря для токов обратной последовательности. Параметры обмотки якоря для токов нулевой последовательности. Анализ несимметричного режима СГ. Работа СГ на автономную несимметричную нагрузку. Несимметричные режимы короткого замыкания. Работа асинхронной машины при несимметрии первичных напряжений. Работа асинхронного двигателя при несимметрии сопротивлений в фазах двигателя. Расчёт статических пусковых характеристик. |     | Зачет вопросы 1.1-1.13, 2.1-2.6, 3.1-3.8 |
| ПК.6/ПТ способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности       | у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках | Анализ изображающих векторов тока и потокосцепления обмотки статора Влияние магнитной несимметрии на статическую пусковую характеристику Влияние электрической несимметрии на статическую                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | РГЗ | Зачет вопросы 1.1-1.13, 2.1-2.6, 3.1-3.8 |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |  |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>пусковую характеристику</p> <p>Влияние поля возбуждения на пусковые характеристики синхронного двигателя</p> <p>Внезапное к. з. СГ без успокоительной обмотки</p> <p>Внезапное к.з. СГ с успокоительной обмоткой</p> <p>Несимметричная нагрузка трансформаторов. Причины появления несимметричной нагрузки. Трансформация несимметричных токов при соединении в звезду, при соединении в треугольник.</p> <p>Магнитные поля при несимметричной нагрузке.</p> <p>Искажение первичных фазных напряжений при несимметричной нагрузке.</p> <p>Искажение вторичных напряжений при несимметричной нагрузке.</p> <p>Общая характеристика несимметричных режимов СМ. Параметры обмотки якоря для токов прямой последовательности.</p> <p>Параметры обмотки якоря для токов обратной последовательности.</p> <p>Параметры обмотки якоря для токов нулевой последовательности. Анализ несимметричного режима СГ.</p> <p>Работа СГ на автономную несимметричную нагрузку.</p> <p>Несимметричные режимы короткого замыкания. Работа асинхронной машины при несимметрии первичных напряжений. Работа асинхронного двигателя при несимметрии сопротивлений в фазах двигателя. Расчёт статических пусковых характеристик.</p> |  |  |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПК.5/ПТ, ПК.6/ПТ. Зачет проводится в письменной форме по билетам. На подготовку письменного ответа выделяется 1 академический час. После проверки письменного ответа преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего списка вопросов. Методика, критерии и шкала оценки, а также форма билета и список вопросов на зачет представлены в Паспорте зачета.

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

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

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

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.2, 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 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.

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

## Паспорт зачета

по дисциплине «Режимы работы электрических машин и трансформаторов», 7 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из списка вопросов, соответствующих Теме №1, второй вопрос из списка вопросов, соответствующих теме №2, третий вопрос выбирается из списка вопросов соответствующих теме №3 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФМА

#### Билет № 13

к зачету по дисциплине «Режимы работы электрических машин и трансформаторов»

1. Физическое объяснение процесса ВКЗ СГ на основе теоремы постоянства потокосцепления.
2. Влияние магнитной несимметрии на статическую пусковую характеристику.
3. Параметры СГ при несимметричной нагрузке.

Утверждаю: зав. кафедрой ЭМ \_\_\_\_\_ проф. д.т.н. Шевченко А.Ф.  
(подпись) (дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи процессов, оценка составляет *0-9 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи процессов, оценка составляет *10-14 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, проводит анализ причин, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет *15-17 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при

ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, проводит анализ причин, способен представить количественные характеристики процессов, проводит сравнительный анализ подходов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет *18-20 баллов*.

### **3. Шкала оценки**

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

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

### **4. Вопросы к зачету по дисциплине «Режимы работы электрических машин и трансформаторов»**

Тема №1. Внезапное короткое замыкание (ВКЗ) синхронного генератора.

1.1 Запишите уравнения Парка - Горева и объясните их особенности.

1.2 Сформулируйте допущения, которые могут быть приняты при анализе режима ВКЗ СГ.

1.3 Представьте уравнения Парка - Горева к виду пригодному к решению численными методами.

1.4 Аналитическое решение задачи ВКЗ СГ без успокоительной обмотки и с успокоительной обмоткой.

1.5 Физическое объяснение процесса ВКЗ СГ на основе теоремы постоянства потокосцепления.

1.6 Дайте определение индуктивным параметрам.

1.7 Перечислите и дайте определение постоянным времени СГ.

1.8 Назовите составляющие фазного тока к.з. и условия их возникновения.

1.9 Объясните появление второй гармоники в фазном токе обмотки якоря.

1.10 Чем обусловлено появление периодической составляющей тока в обмотке возбуждения?

1.11 Что понимают под ударным током к.з. СГ.

1.12 Почему токи в отдельных фазах СГ при 3-х фазном к.з. имеют разную форму?

1.13 Чем опасны режимы В.К.З.?

Тема №2. Несимметричные режимы асинхронной машины.

2.1 Асинхронные режимы, методы исследования и основные допущения.

2.2 Расчёт статических пусковых характеристик.

2.3 Анализ изображающих векторов тока и потокосцепления обмотки статора.

2.4 Влияние магнитной несимметрии на статическую пусковую характеристику.

2.5 Влияние электрической несимметрии на статическую пусковую характеристику.

2.6 Влияние поля возбуждения на пусковые характеристики синхронного двигателя.

Тема №3. Несимметричные режимы работы синхронных машин.

3.1 Общая характеристика несимметричных режимов работы СМ.

3.2 Линеаризация уравнений.

3.3 Точные методы исследования несимметричных режимов.

3.4 Несимметричная нагрузка СГ при автономной работе.

3.5 Несимметричные КЗ СГ.

3.5 Параметры СГ при несимметричной нагрузке.

3.6 Параметры обмотки якоря для токов прямой последовательности.

3.7 Параметры обмотки якоря для токов обратной последовательности.

3.8 Параметры обмотки якоря для токов нулевой последовательности

## Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Режимы работы электрических машин и трансформаторов», 7 семестр

### 1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны провести расчет переходного процесса при внезапном коротком замыкании синхронного генератора.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Определение номинальных данных и расчетных параметров генератора по исходным данным.
2. Выполнение расчета переходного процесса внезапного короткого замыкания синхронного генератора без успокоительной обмотки с использованием современных программных продуктов.
3. Выполнение расчета переходного процесса внезапного короткого замыкания синхронного генератора с успокоительной обмоткой с использованием современных программных продуктов.
4. Проведение анализа переходных процессов.
5. Сравнение результатов, полученных при расчете генератора с успокоительной обмоткой и без успокоительной обмотки.

Оцениваемые позиции:

1. Правильность выполнения пунктов РГЗ.
2. Способность принятия необходимых допущений и составления математических моделей.
3. Понимание физических процессов, протекающих при исследуемом явлении.
4. Наглядность представления полученных результатов.
5. Полнота анализа полученных результатов.
6. Способность обоснованного выбора программного продукта для решения поставленных задач.
7. Полнота сравнительного анализа результатов, полученных применением различных методов решения.

### 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если пункты РГЗ выполнены с ошибками, анализ и сравнение полученных результатов не приведены, оценка составляет *0-16 баллов*.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: принятые допущения и выбранные методы решения необоснованы, анализ и сравнение полученных результатов выполнены на недостаточном уровне, оценка составляет *17-22 балл*.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если РГЗ выполнено в полном объеме, обоснован выбор использованных методов решения и программных продуктов, анализ и сравнение полученных данных выполнены на базовом уровне, оценка составляет *23-30 баллов*.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если РГЗ выполнено в полном объеме, продемонстрирована способность составления математических моделей с

учетом нестандартных допущений, обоснован выбор использованных методов решения и программных продуктов, выполнены глубокий анализ и сравнение полученных результатов, оценка составляет 30-35 баллов.

### 3. Шкала оценки

РГЗ считается выполненным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 15 баллов (из 30 возможных).

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

### 4. Примерный перечень тем РГЗ

В качестве исходных данных для выполнения РГЗ студентам предлагается таблица вариантов, содержащая параметры синхронных генераторов, необходимые для расчета.

Таблица вариантов

| №  | $P_H / S_H$ ,<br>МВт/МВА | $U_H$ ,<br>кВ | $n_H$ ,<br>об/мин | $R_a \times 10^{-3}$ ,<br>о. е. | $R_f \times 10^{-3}$ ,<br>о. е. | $R_{yd} \times 10^{-3}$ ,<br>о. е. | $R_{yq} \times 10^{-3}$ ,<br>о. е. | $x_{a\sigma}$ ,<br>о. е. | $x_{ad}$ ,<br>о. е. | $x_{aq}$ ,<br>о. е. | $x_{f\sigma}$ ,<br>о. е. | $x_{yd\sigma}$ ,<br>о. е. | $x_{yq\sigma}$ ,<br>о. е. |
|----|--------------------------|---------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1  | 173/203.5                | 13.8          | 300               | 2.24                            | 0.24                            | 6.33                               | 6.92                               | 0.109                    | 0.941               | 0.581               | 0.224                    | 0.117                     | 0.094                     |
| 2  | 130/144.44               | 10.5          | 187.5             | 2.08                            | 0.54                            | 15.4                               | 16.0                               | 0.143                    | 1.017               | 0.637               | 0.260                    | 0.123                     | 0.101                     |
| 3  | 115/127.7                | 11            | 300               | 3.22                            | 0.33                            | 6.2                                | 6.35                               | 0.097                    | 0.763               | 0.443               | 0.161                    | 0.088                     | 0.073                     |
| 4  | 85.6/107                 | 13.8          | 500               | 1.12                            | 0.40                            | 9.24                               | 9.62                               | 0.117                    | 1.323               | 0.703               | 0.186                    | 0.103                     | 0.069                     |
| 5  | 55/68.75                 | 10.5          | 428.6             | 1.31                            | 0.39                            | 12.7                               | 13.2                               | 0.111                    | 1.029               | 0.579               | 0.202                    | 0.148                     | 0.105                     |
| 6  | 60/66.7                  | 11            | 375               | 1.02                            | 0.37                            | 8.96                               | 9.03                               | 0.084                    | 0.796               | 0.456               | 0.164                    | 0.069                     | 0.064                     |
| 7  | 52.4/65.5                | 10.5          | 500               | 1.66                            | 0.47                            | 9.32                               | 9.5                                | 0.096                    | 1.194               | 0.674               | 0.217                    | 0.098                     | 0.071                     |
| 8  | 50.4/63                  | 10.5          | 200               | 2.06                            | 0.43                            | 12.4                               | 12.9                               | 0.118                    | 0.942               | 0.532               | 0.181                    | 0.105                     | 0.07                      |
| 9  | 25/31.25                 | 10.5          | 375               | 1.11                            | 0.48                            | 14.2                               | 14.7                               | 0.119                    | 1.101               | 0.611               | 0.189                    | 0.163                     | 0.136                     |
| 10 | 26.5/31.18               | 10.5          | 150               | 1.67                            | 0.62                            | 20.3                               | 21.2                               | 0.168                    | 1.002               | 0.582               | 0.208                    | 0.157                     | 0.124                     |
| 11 | 640/711                  | 15.75         | 142.8             | 9.76                            | 0.66                            | 7.22                               | 7.51                               | 0.184                    | 1.396               | 0.786               | 0.299                    | 0.219                     | 0.15                      |
| 12 | 500/590                  | 15.75         | 93.8              | 12.8                            | 0.96                            | 10.1                               | 11.1                               | 0.202                    | 1.368               | 0.758               | 0.345                    | 0.185                     | 0.14                      |
| 13 | 240/282.5                | 15.75         | 125               | 2.73                            | 0.39                            | 6.92                               | 7.05                               | 0.173                    | 1.047               | 0.607               | 0.258                    | 0.123                     | 0.088                     |
| 14 | 215/253                  | 15.75         | 136.4             | 2.45                            | 0.38                            | 9.77                               | 9.96                               | 0.137                    | 0.913               | 0.463               | 0.229                    | 0.121                     | 0.087                     |
| 15 | 175/206                  | 15.75         | 100               | 1.91                            | 0.43                            | 8.44                               | 8.75                               | 0.143                    | 0.867               | 0.527               | 0.238                    | 0.131                     | 0.104                     |
| 16 | 176-195.5                | 13.8          | 75                | 3.06                            | 0.4                             | 15.3                               | 16                                 | 0.152                    | 0.458               | 0.378               | 0.241                    | 0.154                     | 0.115                     |
| 17 | 171/190                  | 15.75         | 71.5              | 2.75                            | 0.57                            | 12.6                               | 13.1                               | 0.174                    | 0.916               | 0.556               | 0.249                    | 0.153                     | 0.116                     |
| 18 | 135/150                  | 13.8          | 75                | 2.36                            | 0.39                            | 13.1                               | 13.8                               | 0.131                    | 0.719               | 0.429               | 0.188                    | 0.128                     | 0.082                     |
| 19 | 120/133.33               | 13.8          | 68.2              | 2.59                            | 0.36                            | 11.2                               | 11.7                               | 0.093                    | 0.447               | 0.267               | 0.141                    | 0.122                     | 0.089                     |
| 20 | 78/91.8                  | 13.8          | 57.7              | 2.26                            | 0.47                            | 19.0                               | 20.0                               | 0.143                    | 0.577               | 0.367               | 0.197                    | 0.285                     | 0.245                     |