

Приложение 2

Рабочая программа дисциплины  
Проектирование специальных электрических машин

**1. Внешние требования**

Таблица 1.1

|                                                                                                                                                                                                                                                |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Компетенция ФГОС: ОПК.3 способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:</b>    |  |
| 31. знать цели и задачи исследований, методики проведения самостоятельных исследований для решения научно-исследовательских и производственных задач                                                                                           |  |
| у1. уметь организовать процесс проведения исследований для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования электроэнергетических объектов                             |  |
| <b>Компетенция НГТУ: ПК.3.В Способность проводить моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации и управления с использованием современных технологий научных исследований; в части следующих результатов обучения:</b> |  |
| 31. знать современные и перспективные компьютерные и информационные технологии в области электротехники                                                                                                                                        |  |
| 32. Современные методы проектирования и конструктивные особенности специальных электрических машин                                                                                                                                             |  |
| у1. уметь использовать современные компьютерные и информационные технологии при исследовании электротехнических систем                                                                                                                         |  |
| у3. составлять методики и проводить проектирование специальных электрических машин по математическим моделям                                                                                                                                   |  |

**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>Проектирование специальных электрических машин</i>                                                                                                                                                                          |                           |
| <b>ОПК.3.31 знать цели и задачи исследований, методики проведения самостоятельных исследований для решения научно-исследовательских и производственных задач</b>                                                               |                           |
| 1. цели и задачи составления технического задания на проектирование специальных электрических машин                                                                                                                            | Самостоятельная работа    |
| 2. современные методики расчёта параметров и характеристик специальных электрических машин                                                                                                                                     | Самостоятельная работа    |
| <b>ОПК.3.у1 уметь организовать процесс проведения исследований для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования электроэнергетических объектов</b> |                           |
| 3. проводить анализ проектных вариантов на предмет достижения поставленной цели                                                                                                                                                | Самостоятельная работа    |
| 4. пользоваться современными методами исследования и проектирования специальных электрических машин                                                                                                                            | Самостоятельная работа    |
| <b>ПК.3.В.31 знать современные и перспективные компьютерные и информационные технологии в области электротехники</b>                                                                                                           |                           |
| 5. современные методы расчёта параметров и характеристик специальных электрических машин                                                                                                                                       | Самостоятельная работа    |
| 6. особенности выбора рациональных значений параметров зубцовой зоны специальных электрических машин с использованием компьютерных технологий                                                                                  | Самостоятельная работа    |
| <b>ПК.3.В.32 Современные методы проектирования и конструктивные особенности специальных электрических машин</b>                                                                                                                |                           |
| 7. методы построения и свойства дробных зубцовых обмоток                                                                                                                                                                       | Самостоятельная работа    |

|                                                                                                                                     |                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 8.конструктивные особенности специальных электрических машин с дробными зубцовыми обмотками                                         | Самостоятельная работа |
| 9.основные характеристики постоянных магнитов                                                                                       | Самостоятельная работа |
| <b>ПК.3.В.у1 уметь использовать современные компьютерные и информационные технологии при исследовании электротехнических систем</b> |                        |
| 10.проводить расчёты магнитной цепи специальных электрических машин современными численными методами                                | Самостоятельная работа |
| 11.применять современные программные продукты при расчёте параметров и характеристик специальных электрических машин                | Самостоятельная работа |
| <b>ПК.3.В.у3 составлять методики и проводить проектирование специальных электрических машин по математическим моделям</b>           |                        |
| 12.составлять методики проектирования специальных электрических машин                                                               | Самостоятельная работа |
| 13.производить выбор главных размеров, электромагнитных нагрузок специальных электрических машин                                    | Самостоятельная работа |
| 14.производить электромагнитные расчёты специальных электрических машин                                                             | Самостоятельная работа |

### 3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

| Темы для самостоятельного изучения                                                                                                      | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|------------------------|
| <b>Семестр: 5</b>                                                                                                                       |                      |      |                               |                        |
| <b>Дидактическая единица: Конструктивное исполнение и вопросы теории специальных электрических машин с дробными зубцовыми обмотками</b> |                      |      |                               |                        |
| 1. Электрические машины с возбуждением от постоянных магнитов                                                                           | 0                    | 12   | 8                             | самостоятельная работа |
| 2. Синхронные двигатели с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора                                                         | 0                    | 12   | 1, 8                          | самостоятельная работа |
| 3. Методы построения и особенности устройства многофазных зубцовых обмоток                                                              | 0                    | 12   | 7                             | самостоятельная работа |
| 4. Магнитодвижущие силы зубцовых дробных обмоток                                                                                        | 0                    | 10   | 7                             | самостоятельная работа |
| <b>Дидактическая единица: Особенности проектирования специальных электрических машин с постоянными магнитами</b>                        |                      |      |                               |                        |
| 5. Выбор главных размеров, электромагнитных нагрузок, объёма и размеров постоянных магнитов                                             | 0                    | 10   | 13                            | самостоятельная работа |
| 6. Расчёт обмоток и проводимостей рассеяния ротора                                                                                      | 0                    | 13   | 5, 7                          | самостоятельная работа |
| 7. Электромагнитный расчёт электрических машин с постоянными магнитами и построение рабочей диаграммы магнита.                          | 0                    | 12   | 14, 4                         | самостоятельная работа |
| 8. Расчёт параметров и характеристик специальных электрических машин с постоянными магнитами                                            | 0                    | 12   | 11, 2, 5                      | самостоятельная работа |

|                                                                                                                                                |   |    |        |                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|--------|------------------------|
| 9. Расчёт магнитной цепи электрической машины с использованием программ Femm, Ansis и т.д                                                      | 0 | 17 | 10, 9  | самостоятельная работа |
| <b>Дидактическая единица: Особенности проектирования специальных электрических машин с переменной проводимостью воздушного зазора</b>          |   |    |        |                        |
| 10. Выбор главных размеров, электромагнитных нагрузок и величины воздушного зазора.                                                            | 0 | 12 | 13, 3  | самостоятельная работа |
| 11. Выбор рациональных значений параметров зубцовой зоны.                                                                                      | 0 | 10 | 6      | самостоятельная работа |
| 12. Расчёт магнитной цепи специальных двигателей с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора                                       | 0 | 12 | 10, 12 | самостоятельная работа |
| 13. Расчёт параметров и характеристик специальных двигателей с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора                           | 0 | 12 | 11, 5  | самостоятельная работа |
| 14. Применение в расчётах параметров, характеристик и моделирования процессов в специальных электрических машинах программ Matlab, Matcad и др | 0 | 17 | 11     | самостоятельная работа |

#### 4. Самостоятельная работа обучающегося

| №                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Виды самостоятельной работы                       | Ссылки на результаты обучения                 | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 5</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                   |                                               |                    |                      |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Дополнительная учебная деятельность               | 1, 10, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 | -22                | 0                    |
| : 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: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229240">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229240</a> Тюков В. А. Теплопередача, вентиляционные и тепловые расчеты в электромеханике : учебное пособие / В. А. Тюков, Т. В. Честюнина, Ю. Г. Бухгольц ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 246, [1] с. : ил., табл. |                                                   |                                               |                    |                      |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Подготовка к аттестации                           | 1, 10, 11, 12, 14, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9     | 10                 | 6                    |
| Изучение учебно-методической литературы: 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: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229240">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229240</a>                                                                                                                                                                                      |                                                   |                                               |                    |                      |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Самостоятельное изучение теоретического материала | 1, 10, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 | 184                | 11                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                   |                                               |     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----|----|
| Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : 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: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229240">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229240</a> Тюков В. А. Теплопередача, вентиляционные и тепловые расчеты в электромеханике : учебное пособие / В. А. Тюков, Т. В. Честюнина, Ю. Г. Бухгольц ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 246, [1] с. : ил., табл.                                                                                                                                            |                                                   |                                               |     |    |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Самостоятельное изучение теоретического материала | 1, 10, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 | 184 | 11 |
| Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : 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: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229240">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229240</a> Тюков В. А. Вентиляционные и тепловые расчеты электрических машин в примерах и задачах : учебно-методическое пособие / В. А. Тюков, Т. В. Честюнина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 45, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233659">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233659</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                | Портал НГТУ: Личный типовой сайт: <a href="http://em.power.nstu.ru">http://em.power.nstu.ru</a> ; ЭБС |
| Консультирование              | e-mail: <a href="mailto:em_nstu@em.power.nstu.ru">em_nstu@em.power.nstu.ru</a>                        |
| Контроль                      | Личный типовой сайт                                                                                   |
| Размещение учебных материалов | ЭБС                                                                                                   |

## 6. Литература

### Основная литература

1. Гольдберг О. Д. Инженерное проектирование и САПР электрических машин : учебник / О. Д. Гольдберг, И. С. Свириденко. - М., 2008. - 558, [1] с. : ил., табл.
2. Шаншуров Г. А. Специальные электрические машины. Оценка качества обмоток машин переменного тока на стадии проектирования : учебное пособие / Г. А. Шаншуров, Т. В. Дружинина, А. Ю. Будникова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 39, [1] с. : ил. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000216627](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000216627)
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. Проектирование электрических машин : учебник для бакалавров / [И. П. Копылов и др.] ; под ред. И. П. Копылова. - Москва, 2016. - 766, [1] с. : ил., табл.. - Кн. доступна в электрон. библиот. системе [biblio-online.ru](http://biblio-online.ru).

### Дополнительная литература

1. Шевченко А. Ф. Сравнение возможностей аналитического и численного методов моделирования электрической машины / А. Ф. Шевченко, Г. Б. Вяльцев // Электротехника. - 2011. - № 6. - С. 20-24.

2. Синхронные двигатели с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора. Ч. 1 : методическое руководство по курсовому и дипломному проектированию для студентов ЭМФ (специальность 1801) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Ф. Шевченко]. - Новосибирск, 2001. - 50 с. : ил.
3. Моделирование тягового вентильно-индукторного привода для автономных транспортных средств / М. А. Слепцов [и др.] // Электричество. - 2011. - № 10. - С. 31-35.
4. Приступ А. Г. Исследование пульсаций момента синхронных магнитоэлектрических машин с дробными зубцовыми обмотками / А. Г. Приступ, Д. М. Топорков, А. Ф. Шевченко // Электротехника. - 2014. - № 12. - С. 36-40.
5. Особенности конструкции и проектирования энергоэффективных магнитоэлектрических электродвигателей общепромышленного назначения / А. Ф. Шевченко [и др.] // Электротехника. - 2014. - № 12. - С. 41-44.
6. Шевченко А. Ф. Магнитодвижущая сила однозубцовых дробных обмоток с  $q < 1$  / А. Ф. Шевченко // Научный вестник НГТУ. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 1996.. - № 2. - С. 99-110.
7. Шевченко А. Ф. Математическая модель синхронного реактивного двигателя с дробными зубцовыми обмотками / А. Ф. Шевченко // Автоматизированные электромеханические системы : сб. науч. тр.. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2001. - С. 134-140.
8. Шевченко А. Ф. Синхронные двигатели с переменным магнитным сопротивлением с дробными ( $q < 1$ ) однозубцовыми обмотками / А. Ф. Шевченко // Научный вестник НГТУ. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 1997.. - № 3. - С. 177-188.
9. Шевченко А. Ф. Оптимизация геометрических соотношений зубцово-пазовой зоны синхронного двигателя с модулированным магнитным потоком и гладким гармоническим ротором / А. Ф. Шевченко, Л. Г. Шевченко // Автоматизированные электромеханические системы : сб. науч. тр.. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2008.. - С. 154-160.
10. Жуловян В. В. Схема замещения синхронных машин с модулированным магнитным потоком с постоянными магнитами с учетом потерь в стали / В. В. Жуловян, А. Ф. Шевченко // Науч. вестн. НГТУ. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2000. - № 1 (8). - С. 127-136.
11. Бухгольц Ю. Г. Определение оптимального значения индукции в воздушном зазоре синхронных машин с постоянными магнитными / Ю. Г. Бухгольц, Л. Г. Шевченко // Автоматизированные электромеханические системы : [сб. науч. тр.]. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011. - С. 142-150.. - RU-NoGTU 681.5 A224 ru

#### *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 "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

## **7. Методическое и программное обеспечение**

### *7.1 Методическое обеспечение*

1. Тюков В. А. Теплопередача, вентиляционные и тепловые расчеты в электромеханике : учебное пособие / В. А. Тюков, Т. В. Честюнина, Ю. Г. Бухгольц ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 246, [1] с. : ил., табл.

2. Тюков В. А. Вентиляционные и тепловые расчеты электрических машин в примерах и задачах : учебно-методическое пособие / В. А. Тюков, Т. В. Честюнина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 45, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000233659](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233659)
3. 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](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229240)

## 7.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Office
- 2 Microsoft Windows

## 8. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

| № | Наименование                                                          | Назначение                                            |
|---|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1 | Терминальный класс №14                                                | Изучение учебно-методической и технической литературы |
| 2 | Лаб.стенд "Электрич. машины(стенд, исполнение, комп. версия) ЭМ-1-С-К | Изучение характеристик микромашин                     |
| 3 | Стенд №2 "Исследование асинхронного исполнительного двигателя"        | Изучение характеристик машин переменного тока         |

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**

### **МОДУЛЯ**

**Специальные электрические машины (модуль) в составе дисциплин: Специальные главы  
направления**

**Проектирование специальных электрических машин**

**Дисциплина по выбору аспиранта: Крупные электрические машины; Электромеханические  
преобразователи мехатронных систем**

Образовательная программа: 13.06.01 Электро- и теплотехника, профиль: Электромеханика и  
электрические аппараты

### 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю Специальные электрические машины (модуль) в составе дисциплин: Специальные главы направления Проектирование специальных электрических машин Дисциплина по выбору аспиранта: Крупные электрические машины; Электромеханические преобразователи мехатронных систем приведена в Таблице.

Таблица

| Формируемые компетенции                                                                                                                                                   | Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)                                                                                                 | Дисциплины                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| ОПК.1 владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности                                                        | з1. знать способы решения теоретических задач электротехники, методики проведения экспериментов                                                                  | Дисциплина: "Специальные главы направления                          |
| ОПК.2 владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий                                           | з1. знать основные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах                                                                    | Дисциплина: "Крупные электрические машины                           |
| ОПК.2                                                                                                                                                                     | з1. знать основные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах                                                                    | Дисциплина: "Электромеханические преобразователи мехатронных систем |
| ОПК.2                                                                                                                                                                     | у1. уметь использовать основные достижения в области организации научно-исследовательских работ с применением новейших информационно-коммуникационных технологий | Дисциплина: "Крупные электрические машины                           |
| ОПК.2                                                                                                                                                                     | у1. уметь использовать основные достижения в области организации научно-исследовательских работ с применением новейших информационно-коммуникационных технологий | Дисциплина: "Электромеханические преобразователи мехатронных систем |
| ОПК.3 способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности | з1. знать цели и задачи исследований, методики проведения самостоятельных исследований для решения научно-исследовательских и производственных задач             | Дисциплина: "Проектирование специальных электрических машин         |
| ОПК.3                                                                                                                                                                     | у1. уметь организовать процесс проведения исследований для решения научно-исследовательских                                                                      | Дисциплина: "Проектирование специальных электрических машин         |

|                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                         |                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                              | и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования электроэнергетических объектов                                  |                                                                    |
| ПК.1.В Способность самостоятельно разрабатывать математическое описание объекта исследования                                                                                 | з1. знать способы и методы построения математических моделей физических процессов и объектов исследования                                               | Дисциплина:"Специальные главы направления                          |
| ПК.1.В                                                                                                                                                                       | у1. уметь разрабатывать математические модели объекта исследования                                                                                      | Дисциплина:"Специальные главы направления                          |
| ПК.2.В Способность и готовностью проводить исследования в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения                                    | з1. знать основные достижения науки и передовой технологии в области энерго- и ресурсосбережения                                                        | Дисциплина:"Крупные электрические машины                           |
| ПК.2.В                                                                                                                                                                       | з1. знать основные достижения науки и передовой технологии в области энерго- и ресурсосбережения                                                        | Дисциплина:"Электромеханические преобразователи мехатронных систем |
| ПК.2.В                                                                                                                                                                       | у1. уметь определять оптимальные режимы работы объектов электротехники, электромеханики и энергетических устройств с учетом ресурсо- и энергосбережения | Дисциплина:"Крупные электрические машины                           |
| ПК.2.В                                                                                                                                                                       | у1. уметь определять оптимальные режимы работы объектов электротехники, электромеханики и энергетических устройств с учетом ресурсо- и энергосбережения | Дисциплина:"Электромеханические преобразователи мехатронных систем |
| ПК.3.В Способность проводить моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации и управления с использованием современных технологий научных исследований | з1. знать современные и перспективные компьютерные и информационные технологии в области электротехники                                                 | Дисциплина:"Проектирование специальных электрических машин         |
| ПК.3.В                                                                                                                                                                       | з2. Современные методы проектирования и конструктивные особенности специальных электрических машин                                                      | Дисциплина:"Проектирование специальных электрических машин         |
| ПК.3.В                                                                                                                                                                       | у1. уметь использовать современные компьютерные и информационные технологии при исследовании                                                            | Дисциплина:"Проектирование специальных электрических машин         |

|                                                                                                                                                 |                                                                                                              |                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                 | электротехнических систем                                                                                    |                                                              |
| ПК.3.В                                                                                                                                          | у3. составлять методики и проводить проектирование специальных электрических машин по математическим моделям | Дисциплина: "Проектирование специальных электрических машин" |
| УК.3 готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач | у1. уметь пользоваться общенаучными и частно научными методами познания для решения научных проблем          | Дисциплина: "Специальные главы направления"                  |

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

Промежуточная аттестация по **модулю** проводится в 4 семестре - в форме дифференцированного зачета, в 5 семестре - в форме зачета, в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ОПК.3, ПК.1.В, ПК.2.В, ПК.3.В, УК.3.

Зачет и экзамен проводятся в устной форме, по билетам

Форма проведения экзамена и зачета приведены в рабочих программах дисциплин модуля

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

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ОПК.3, ПК.1.В, ПК.2.В, ПК.3.В, УК.3, 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.

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

**МОДУЛЯ "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины**

**Дисциплина по выбору аспиранта: Крупные электрические машины**  
Образовательная программа: 13.06.01 Электро- и теплотехника, профиль: Электромеханика и электрические аппараты

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины Дисциплина по выбору аспиранта: Крупные 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) |
| ОПК.2 владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий           | з1. знать основные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах                                                                    | Гидрогенераторы Область применения крупных электрических машин Турбогенераторы Электрические машины высокого напряжения                                                          | Реферат                                                       | Экзамен, вопросы 1-23                     |
| ОПК.2                                                                                                                                     | у1. уметь использовать основные достижения в области организации научно-исследовательских работ с применением новейших информационно-коммуникационных технологий | Гидрогенераторы Крупные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором Область применения крупных электрических машин Турбогенераторы Электрические машины высокого напряжения | Реферат                                                       | Экзамен, вопросы 1-23                     |
| ПК.2.В Способность и готовностью проводить исследования в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения | з1. знать основные достижения науки и передовой технологии в области энерго- и ресурсосбережения                                                                 | Гидрогенераторы Крупные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором Турбогенераторы                                                                                         | Реферат                                                       | Экзамен, вопросы 1-23                     |
| ПК.2.В                                                                                                                                    | у1. уметь определять оптимальные режимы работы объектов электротехники, электромеханики и энергетических устройств с учетом ресурсо- и энергосбережения          | Гидрогенераторы Крупные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором Турбогенераторы                                                                                         | Реферат                                                       | Экзамен, вопросы 1-23                     |

## **2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины.**

Промежуточная аттестация по модулю "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины проводится в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПК.2.В.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины.

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

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

## Паспорт экзамена

по модулю "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины  
«Дисциплина по выбору аспиранта: Крупные электрические машины», 5 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет состоит из одного вопроса. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФМА

Билет № \_\_\_\_\_

к экзамену по дисциплине «Дисциплина по выбору аспиранта: Крупные электрические  
машины»

---

1. Современный уровень электромашиностроения, основные направления и перспективы развития. Роль ГОСТов и нормалей, стандартизации и унификации

Утверждаю: зав. кафедрой ЭМ \_\_\_\_\_ профессор, Шевченко А. Ф.  
(подпись)

(дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений ошибки, оценка составляет 0-49 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет 50-72 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 73-86 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 87-100 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 «Дисциплина по выбору аспиранта: Крупные электрические машины»

2. Современный уровень электромашиностроения, основные направления и перспективы развития. Роль ГОСТов и нормалей, стандартизации и унификации
3. Основная формула проектирования, ее анализ. Электромашинные постоянные, их роль в проектировании. Коэффициент использования
4. Выбор удельных электромагнитных нагрузок, их влияние на технико-экономические показатели. Перспективы повышения уровня электромагнитных нагрузок
5. Определение главных размеров с использованием машинных постоянных. Короткие и длинные машины. Понятие оптимальной машины
6. Законы подобия электрических машин. Особенности проектирования единичной машины и серии
7. Магнитное поле электрических машин и основы расчета магнитной цепи. Определение МДС воздушного зазора, понятие коэффициента воздушного зазора
8. Определение МДС зубцовой зоны, полюсов и ярем. Учет вытеснения потока в паз и неравномерности распределения потока по сечению ярма. Характеристика холостого хода
9. Расчет активных сопротивлений обмоток, приведение к расчетной температуре. Главное индуктивное сопротивление и его расчет
10. Индуктивное сопротивление рассеяния, его составляющие и методы их уменьшения
11. Классификация потерь в электрических машинах. Расчет основных потерь в стали, проводниках обмоток и механических. Природа добавочных потерь в режимах холостого хода и нагрузки. Принципы расчета, способы уменьшения добавочных потерь в стали и проводниках обмоток
12. Классификация, основные конструктивные типы асинхронных двигателей. Перспективы развития
13. Выбор электромагнитных нагрузок, определение главных размеров. Анализ влияния удельных электромагнитных нагрузок на технико-экономические показатели высоковольтных асинхронных двигателей

14. Типы обмоток статора, конструкция изоляции. Выбор типа и расчет обмотки, определение геометрии статора асинхронных двигателей
15. Выбор типа ротора. Определение числа пазов ротора, выбор формы паза. Расчет геометрии фазного и короткозамкнутого роторов асинхронных двигателей
16. Определение величины воздушного зазора асинхронных двигателей, его влияние на технико-экономические показатели. Аналитический расчет рабочих характеристик
17. Учет эффектов вытеснения тока и насыщения зубцовой зоны полями рассеяния при расчете параметров в различных режимах работы асинхронных двигателей
18. Требования ГОСТов к пусковым и перегрузочным характеристикам. Расчет пусковых характеристик асинхронных двигателей
19. Классификация, область применения синхронных машин. Основные конструктивные типы. Явнополюсные и неявнополюсные генераторы (турбогенераторы и гидрогенераторы) и двигатели.
20. Типы обмоток синхронных машин. Конструкция изоляции обмоток, ее расчет. Определение геометрии статора
21. Выбор величины воздушного зазора синхронных машин, его влияние на технико-экономические показатели. Расчет геометрии полюсов, успокоительной обмотки
22. Характеристики холостого хода и частичные магнитные характеристики синхронных машин. Расчет МДС обмотки возбуждения при номинальной нагрузке. Обмотки возбуждения синхронных машин, определение их размеров
23. Параметры и постоянные времени в установившемся, переходном и сверхпереходном режимах, их расчет
24. Характеристики синхронных машин, их определение, требования ГОСТов. Расчет пусковых характеристик двигателя

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

**МОДУЛЯ "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины**

### **Специальные главы направления**

Образовательная программа: 13.06.01 Электро- и теплотехника, профиль: Электромеханика и электрические аппараты

**1. Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины Электромеханическое преобразование энергии 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) |
| ОПК.1 владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности                              | з1. знать способы решения теоретических задач электротехники, методики проведения экспериментов             | Несимметричные режимы работы электромеханических преобразователей энергии Силовая функция и функция Лагранжа как основной источник информации об электромеханическом преобразовании энергии. Электромагнитный момент, его определение |                                                               | Зачет, вопросы 1÷5                        |
| ПК.1.В Способность самостоятельно разрабатывать математическое описание объекта исследования                                                    | з1. знать способы и методы построения математических моделей физических процессов и объектов исследования   | Несимметричные режимы работы электромеханических преобразователей энергии Определение параметров характеризующих преобразователь                                                                                                      |                                                               | Зачет, вопросы 6÷10                       |
| ПК.1.В                                                                                                                                          | у1. уметь разрабатывать математические модели объекта исследования                                          | : Уравнения движения ЭМП Асинхронные машины Синхронные машины.                                                                                                                                                                        |                                                               | Зачет, вопросы 11÷14                      |
| УК.3 готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач | у1. уметь пользоваться общенаучными и научно-образовательными методами познания для решения научных проблем | : Уравнения движения ЭМП                                                                                                                                                                                                              |                                                               | Зачет, вопросы 15÷18                      |

**2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины.**

Промежуточная аттестация по модулю "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины проводится в 4 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ПК.1.В, УК.3.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ПК.1.В, УК.3, 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.

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

**Паспорт зачета**

по модулю "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины  
«Электромеханическое преобразование энергии», 4 семестр

**1. Методика оценки**

Зачет проводится в устной (письменной) форме, по билетам Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1÷9, второй вопрос из диапазона вопросов 10÷18 (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 № 0110**

к зачету по дисциплине «Электромеханическое преобразование энергии»

1. Укажите признаки, характеризующие силовую функцию электромеханической системы. Привести конкретные примеры, показывающие связь между электрическими и механическими зажимами систем.
2. Составить уравнения движения для вращающихся электромеханических систем на основе функции Лагранжа.

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

(дата)

**2. Критерии оценки**

- Ответ на билет (тест) для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *0÷49 баллов*.
- Ответ на билет (тест) для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *50÷69 баллов*.
- Ответ на билет (тест) для зачета 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, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет  $70 \div 86$  баллов.

- Ответ на билет (тест) для зачета 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, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет  $87 \div 100$  баллов.

### 3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 50 баллов (из 100 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 «Электромеханическое преобразование энергии»

1. Укажите признаки, характеризующие силовую функцию электромеханической системы. Привести конкретные примеры, показывающие связь между электрическими и механическими зажимами систем.
2. Показать, что силы электромагнитного происхождения являются силами потенциальной природы.
3. Покажите, что механические силы электромагнитного происхождения не зависят от производных по току (потокосцепления) во времени.
4. Энергия и коэнергия магнитного (электрического) поля. Связь между ними. Представить энергетический баланс через указанные функции.
5. Определить подемоторные силы магнитного (электрического) поля через значение энергии и коэнергии.
6. Найти выражение энергии магнитного поля, созданного электромагнитно связанными контурами, используя условия, что энергия определяется криволинейным интегралом.  
Решить эту задачу для случаев, когда в качестве независимых переменных приведены либо токи, либо потокосцепления для трех контуров. Считать систему электрически линейной.
7. Привести вывод выражений для механической силы на основе закона сохранения энергии и при известном характере зависимостей на виртуальных перемещениях для случаев, когда в качестве независимых переменных наряду с перемещением контуров приводить либо токи, либо потокосцепления.

8. Какому условию должны удовлетворять индуктивные параметры электромагнитно связанных контуров, позволяющему искать энергию на основе криволинейного интеграла.
9. Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа применительно к механическим и электромеханическим системам.
10. Составить уравнения движения для вращающихся электромеханических систем на основе функции Лагранжа.
11. Координаты и квазикоординаты электромеханической системы при наличии явнополусной системы. Преобразование Парка. Вывод уравнений движения на основе функции Гамильтона.
12. Результирующие векторы как обобщенные переменные выражающихся многофазных электрических машин.
13. Электромагнитный момент, выраженный через результирующие векторы токов и потокосцеплений.
14. Уравнения движения многофазных вращающихся преобразователей энергии неподвижных в осях и .
10. Привести выражения для токов и моментов для случая асинхронной машины с короткозамкнутым ротором. Представить к уравнениям электрическую схему замещения.
11. Уравнения движения многофазного преобразователя энергии с явнополусным ротором. Привести уравнения к виду уравнений ротора. Синхронный режим работы.
12. Результирующие векторы, возникающие из-за неуравновешенности этого характера, приложенных напряжений. Различия в параметрах контуров.
13. Показать связь токов, и потокосцеплений синхронной машины, записанных в естественных координатах, где ось вещественных чисел совмещена с вектором напряжения и в системе ротора, где ось вещественных чисел определяется продольной осью ротора.
14. Показать природу электромагнитного момента, вызванного явнополусностью ротора. Показать, что для его существования обязательно наличие активного сопротивления статора.

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

**МОДУЛЯ "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины**

### **Проектирование специальных электрических машин**

Образовательная программа: 13.06.01 Электро- и теплотехника, профиль: Электромеханика и электрические аппараты

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины Проектирование специальных электрических машин 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)   |
| ОПК.3 способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности    | з1. знать цели и задачи исследований, методики проведения самостоятельных исследований для решения научно-исследовательских и производственных задач                                                               | Расчёт параметров и характеристик специальных электрических машин с постоянными магнитами Синхронные двигатели с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора                                                                                           |                                                               | Зачет, вопросы.1,2,4,12,13,17,18,21-23,27.. |
| ОПК.3                                                                                                                                                                        | у1. уметь организовать процесс проведения исследований для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования электроэнергетических объектов | Выбор главных размеров, электромагнитных нагрузок и величины воздушного зазора. Электромагнитный расчёт электрических машин с постоянными магнитами и построение рабочей диаграммы магнита.                                                                      |                                                               | Зачет, вопросы 9-11,15,16,27,28...          |
| ПК.3.В Способность проводить моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации и управления с использованием современных технологий научных исследований | з1. знать современные и перспективные компьютерные и информационные технологии в области электротехники                                                                                                            | Выбор рациональных значений параметров зубцовой зоны. Расчёт параметров и характеристик специальных двигателей с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора Расчёт параметров и характеристик специальных электрических машин с постоянными магнитами |                                                               | Зачет, вопросы 3,4,12,13,17,18,24...        |
| ПК.3.В                                                                                                                                                                       | з2. Современные методы проектирования и конструктивные особенности специальных электрических машин                                                                                                                 | Методы построения и особенности устройства многофазных зубцовых обмоток Расчёт магнитной цепи электрической машины с использованием программ Femm, Ansis и т.д Электрические машины с возбуждением от постоянных магнитов                                        |                                                               | Зачет, вопросы.1,2,5-8, 14, 19,20,29,30..   |

|        |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                       |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------|
| ПК.3.В | у1. уметь использовать современные компьютерные и информационные технологии при исследовании электротехнических систем | Применение в расчётах параметров, характеристик и моделирования процессов в специальных электрических машинах программ Matlab, Matcad и др Расчёт магнитной цепи специальных двигателей с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора Расчёт магнитной цепи электрической машины с использованием программ Femm, Ansis и т.д Расчёт параметров и характеристик специальных двигателей с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора Расчёт параметров и характеристик специальных электрических машин с постоянными магнитами |  | Зачет, вопросы 4,10,11,15,19,25,26... |
| ПК.3.В | у3. составлять методики и проводить проектирование специальных электрических машин по математическим моделям           | Выбор главных размеров, электромагнитных нагрузок и величины воздушного зазора. Выбор главных размеров, электромагнитных нагрузок, объёма и размеров постоянных магнитов Расчёт магнитной цепи специальных двигателей с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора Электромагнитный расчёт электрических машин с постоянными магнитами и построение рабочей диаграммы магнита.                                                                                                                                                         |  | Зачет, вопросы 3,4,12,13,17,18,24     |

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины.

Промежуточная аттестация по модулю "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины проводится Nope, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.3, ПК.3.В.

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

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 ОПК.3, ПК.3.В, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

### Общая характеристика уровней освоения компетенций.

При зачёте ответ на каждый вопрос оценивается по 10 бальной шкале. Максимальное количество баллов – 40. Общая оценка определяется как сумма оценок от ответов на все вопросы.

**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. Из четырёх вопросов дан ответ на два вопроса, а

результатирующая оценка составляет менее 15 баллов.

**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. Из четырёх вопросов дан ответ на два вопроса, а результирующая оценка составляет 15-25 баллов

**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. Из четырёх вопросов дан ответ на три вопроса, а результирующая оценка составляет менее 25-35 баллов

**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. Из четырёх вопросов дан ответ на все вопросы, а результирующая оценка составляет 35-40 баллов

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

**МОДУЛЯ "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины**

### **Проектирование специальных электрических машин**

Образовательная программа: 13.06.01 Электро- и теплотехника, профиль: Электромеханика и электрические аппараты

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины Проектирование специальных электрических машин 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)   |
| ОПК.3 способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности    | з1. знать цели и задачи исследований, методики проведения самостоятельных исследований для решения научно-исследовательских и производственных задач                                                               | Расчёт параметров и характеристик специальных электрических машин с постоянными магнитами Синхронные двигатели с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора                                                                                           |                                                               | Зачет, вопросы.1,2,4,12,13,17,18,21-23,27.. |
| ОПК.3                                                                                                                                                                        | у1. уметь организовать процесс проведения исследований для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования электроэнергетических объектов | Выбор главных размеров, электромагнитных нагрузок и величины воздушного зазора. Электромагнитный расчёт электрических машин с постоянными магнитами и построение рабочей диаграммы магнита.                                                                      |                                                               | Зачет, вопросы 9-11,15,16,27,28...          |
| ПК.3.В Способность проводить моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации и управления с использованием современных технологий научных исследований | з1. знать современные и перспективные компьютерные и информационные технологии в области электротехники                                                                                                            | Выбор рациональных значений параметров зубцовой зоны. Расчёт параметров и характеристик специальных двигателей с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора Расчёт параметров и характеристик специальных электрических машин с постоянными магнитами |                                                               | Зачет, вопросы 3,4,12,13,17,18,24...        |
| ПК.3.В                                                                                                                                                                       | з2. Современные методы проектирования и конструктивные особенности специальных электрических машин                                                                                                                 | Методы построения и особенности устройства многофазных зубцовых обмоток Расчёт магнитной цепи электрической машины с использованием программ Femm, Ansis и т.д Электрические машины с возбуждением от постоянных магнитов                                        |                                                               | Зачет, вопросы.1,2,5-8, 14, 19,20,29,30..   |

|        |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                       |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------|
| ПК.3.В | у1. уметь использовать современные компьютерные и информационные технологии при исследовании электротехнических систем | Применение в расчётах параметров, характеристик и моделирования процессов в специальных электрических машинах программ Matlab, Matcad и др. Расчёт магнитной цепи специальных двигателей с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора. Расчёт магнитной цепи электрической машины с использованием программ Femm, Ansis и т.д. Расчёт параметров и характеристик специальных двигателей с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора. Расчёт параметров и характеристик специальных электрических машин с постоянными магнитами. |  | Зачет, вопросы 4,10,11,15,19,25,26... |
| ПК.3.В | у3. составлять методики и проводить проектирование специальных электрических машин по математическим моделям           | Выбор главных размеров, электромагнитных нагрузок и величины воздушного зазора. Выбор главных размеров, электромагнитных нагрузок, объёма и размеров постоянных магнитов. Расчёт магнитной цепи специальных двигателей с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора. Электромагнитный расчёт электрических машин с постоянными магнитами и построение рабочей диаграммы магнита.                                                                                                                                                            |  | Зачет, вопросы 3,4,12,13,17,18,24     |

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины.

Промежуточная аттестация по модулю "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины проводится Nope, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.3, ПК.3.В.

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

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 ОПК.3, ПК.3.В, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

### Общая характеристика уровней освоения компетенций.

При зачёте ответ на каждый вопрос оценивается по 10 бальной шкале. Максимальное количество баллов – 40. Общая оценка определяется как сумма оценок от ответов на все вопросы.

**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. Из четырёх вопросов дан ответ на два вопроса, а

результатирующая оценка составляет менее 15 баллов.

**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. Из четырёх вопросов дан ответ на два вопроса, а результирующая оценка составляет 15-25 баллов

**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. Из четырёх вопросов дан ответ на три вопроса, а результирующая оценка составляет менее 25-35 баллов

**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. Из четырёх вопросов дан ответ на все вопросы, а результирующая оценка составляет 35-40 баллов

## Паспорт зачета

по модулю "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины  
«Проектирование специальных электрических машин», 5 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам). Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-8, второй вопрос из диапазона вопросов 9-15, третий вопрос выбирается из диапазона вопросов 16-23, четвёртый вопрос- выбирается из диапазона вопросов 24-30- (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 № 5

к зачету по дисциплине «Проектирование специальных электрических машин»

---

1. Назовите необходимые соотношения между числами зубцов статора и ротора электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора
2. Какая существует связь между главными размерами и объёмом постоянных магнитов?
3. Численные методы расчёта магнитных цепей с постоянными магнитами.
4. Особенности параметров электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.

Утверждаю: зав. кафедрой ЭМ \_\_\_\_\_ Шевченко А.Ф.

(подпись)

(дата)

### 2. Критерии оценки

Ответ на каждый вопрос оценивается по 10 бальной шкале. Общая оценка определяется как сумма оценок от ответов на все вопросы.

- 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, при решении задачи допускает

принципиальные ошибки, из четырёх вопросов дан ответ на два вопроса, а результирующая оценка составляет менее 15 баллов.

- на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, из четырёх вопросов дан ответ на два вопроса, а результирующая оценка составляет 15-25 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, не допускает ошибок при решении задачи, из четырёх вопросов дан ответ на три вопроса, а результирующая оценка составляет менее 25-35 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, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, из четырёх вопросов дан ответ на все вопросы, а результирующая оценка составляет 35-40 баллов.

### 3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 15 баллов (из 40 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 «Проектирование специальных электрических машин»

1. Особенности конструкции электрических машин с постоянными магнитами с дробными зубцовыми обмотками.
2. Основные конструктивные особенности роторов с постоянными магнитами.
3. Особенности конструкции электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.
4. Назовите необходимые соотношения между числами зубцов статора и ротора электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора
5. Условия выполнимости обмотки с  $q < 1$ .
6. Построение дробной обмотки с  $q =$  с помощью звезды пазовых э.д.с.
7. Перечислите особенности магнитодвижущих сил дробных зубцовых обмоток.
8. Какая гармоника м.д.с. дробной обмотки принимается за рабочую, почему?
9. Сравнительная характеристика материалов постоянных магнитов
10. Как производится выбор главных размеров в электрических машинах с дробными зубцовыми обмотками?

11. Какая существует связь между главными размерами и объёмом постоянных магнитов?
12. Расчёт проводимости рассеяния ротора двигателя с радиальным расположением постоянных магнитов.
13. Расчёт проводимости рассеяния ротора двигателя с тангенциальным расположением постоянных магнитов.
14. Порядок расчёта обмоточных данных двигателей с дробными зубцовыми обмотками.
15. Рабочая диаграмма магнита для режима нагрузки
16. Особенности электромагнитного расчёта синхронных машин с постоянными магнитами.
17. Расчёт характеристики синхронных генераторов с постоянными магнитами
18. Особенности параметров синхронных машин с постоянными магнитами с различными конструкциями ротора.
19. Схема замещения магнитной цепи электрических машин с постоянными магнитами
20. Численные методы расчёта магнитных цепей с постоянными магнитами.
21. Влияние величины воздушного зазора на характеристики электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.
22. Особенности выбора электромагнитных нагрузок электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.
23. Какова зависимость электромагнитного момента от параметров зубцовой зоны электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора?
24. Обоснуйте оптимальное соотношение между величинами воздушного зазора, зубцового деления и раскрытия паза электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.
25. Методы расчёта нелинейных магнитных цепей электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.
26. Выбор и обоснование оптимальных значений индукций в участках магнитной цепи электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.
27. Расчёт характеристики электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.
28. Особенности параметров электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.
29. Использование современных вычислительных средств при расчёте параметров электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.
30. Использование современных вычислительных средств при расчёте характеристик электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.

## Паспорт зачета

по модулю "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины  
«Проектирование специальных электрических машин», 5 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам). Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-8, второй вопрос из диапазона вопросов 9-15, третий вопрос выбирается из диапазона вопросов 16-23, четвёртый вопрос- выбирается из диапазона вопросов 24-30- (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 № 5

к зачету по дисциплине «Проектирование специальных электрических машин»

---

1. Назовите необходимые соотношения между числами зубцов статора и ротора электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора
2. Какая существует связь между главными размерами и объёмом постоянных магнитов?
3. Численные методы расчёта магнитных цепей с постоянными магнитами.
4. Особенности параметров электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.

Утверждаю: зав. кафедрой ЭМ \_\_\_\_\_ Шевченко А.Ф.

(подпись)

(дата)

### 2. Критерии оценки

Ответ на каждый вопрос оценивается по 10 бальной шкале. Общая оценка определяется как сумма оценок от ответов на все вопросы.

- 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, при решении задачи допускает

принципиальные ошибки, из четырёх вопросов дан ответ на два вопроса, а результирующая оценка составляет менее 15 баллов.

- на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, из четырёх вопросов дан ответ на два вопроса, а результирующая оценка составляет 15-25 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, не допускает ошибок при решении задачи, из четырёх вопросов дан ответ на три вопроса, а результирующая оценка составляет менее 25-35 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, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, из четырёх вопросов дан ответ на все вопросы, а результирующая оценка составляет 35-40 баллов.

### 3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 15 баллов (из 40 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 «Проектирование специальных электрических машин»

1. Особенности конструкции электрических машин с постоянными магнитами с дробными зубцовыми обмотками.
2. Основные конструктивные особенности роторов с постоянными магнитами.
3. Особенности конструкции электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.
4. Назовите необходимые соотношения между числами зубцов статора и ротора электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора
5. Условия выполнимости обмотки с  $q < 1$ .
6. Построение дробной обмотки с  $q =$  с помощью звезды пазовых э.д.с.
7. Перечислите особенности магнитодвижущих сил дробных зубцовых обмоток.
8. Какая гармоника м.д.с. дробной обмотки принимается за рабочую, почему?
9. Сравнительная характеристика материалов постоянных магнитов
10. Как производится выбор главных размеров в электрических машинах с дробными зубцовыми обмотками?

11. Какая существует связь между главными размерами и объёмом постоянных магнитов?
12. Расчёт проводимости рассеяния ротора двигателя с радиальным расположением постоянных магнитов.
13. Расчёт проводимости рассеяния ротора двигателя с тангенциальным расположением постоянных магнитов.
14. Порядок расчёта обмоточных данных двигателей с дробными зубцовыми обмотками.
15. Рабочая диаграмма магнита для режима нагрузки
16. Особенности электромагнитного расчёта синхронных машин с постоянными магнитами.
17. Расчёт характеристики синхронных генераторов с постоянными магнитами
18. Особенности параметров синхронных машин с постоянными магнитами с различными конструкциями ротора.
19. Схема замещения магнитной цепи электрических машин с постоянными магнитами
20. Численные методы расчёта магнитных цепей с постоянными магнитами.
21. Влияние величины воздушного зазора на характеристики электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.
22. Особенности выбора электромагнитных нагрузок электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.
23. Какова зависимость электромагнитного момента от параметров зубцовой зоны электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора?
24. Обоснуйте оптимальное соотношение между величинами воздушного зазора, зубцового деления и раскрытия паза электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.
25. Методы расчёта нелинейных магнитных цепей электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.
26. Выбор и обоснование оптимальных значений индукций в участках магнитной цепи электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.
27. Расчёт характеристики электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.
28. Особенности параметров электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.
29. Использование современных вычислительных средств при расчёте параметров электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.
30. Использование современных вычислительных средств при расчёте характеристик электрических машин с переменным магнитным сопротивлением воздушного зазора.

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

**МОДУЛЯ "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины**

**Дисциплина по выбору аспиранта: Электромеханические преобразователи мехатронных систем**

Образовательная программа: 13.06.01 Электро- и теплотехника, профиль: Электромеханика и электрические аппараты

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины Дисциплина по выбору аспиранта: Электромеханические преобразователи мехатронных систем 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) |
| ОПК.2 владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий           | з1. знать основные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах                                                                    | Современные тенденции развития сложных технических систем. Требования предъявляемые к элекромеханическим преобразователям мехатронных систем.                                                                                                      |                                                               | Экзамен, вопросы 1,2                      |
| ОПК.2                                                                                                                                     | у1. уметь использовать основные достижения в области организации научно-исследовательских работ с применением новейших информационно-коммуникационных технологий | Современные подходы к вопросам разработки, моделирования и исследования электромеханических преобразователей. Требования предъявляемые к элекромеханическим преобразователям мехатронных систем.                                                   |                                                               | Экзамен, вопросы 3,4                      |
| ПК.2.В Способность и готовностью проводить исследования в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения | з1. знать основные достижения науки и передовой технологии в области энерго- и ресурсосбережения                                                                 | Особенности и устройства и функционирования электромеханических преобразователей мехатронных систем. Современные тенденции развития сложных технических систем. Требования предъявляемые к элекромеханическим преобразователям мехатронных систем. |                                                               | Экзамен, вопросы 5,6                      |
| ПК.2.В                                                                                                                                    | у1. уметь определять оптимальные режимы работы объектов электротехники, электромеханики и энергетических устройств с учетом ресурсо- и энергосбережения          | Асинхронные электрические машины мехатронных систем. Разработка и исследование электромеханических преобразователей мехатронных систем. Синхронные электрические машины мехатронных систем. Электромеханические преобразователи постоянного тока   |                                                               | Экзамен, вопросы 7,8                      |

## **2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины.**

Промежуточная аттестация по модулю "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины проводится в 5 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПК.2.В.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины.

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

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

## Паспорт экзамена

по модулю "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины  
«Дисциплина по выбору аспиранта: Электромеханические преобразователи мехатронных систем», 6 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной либо (письменной) форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1÷4, второй вопрос из диапазона вопросов 5÷8 (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 № 0105

к экзамену по дисциплине «Дисциплина по выбору аспиранта: Электромеханические преобразователи мехатронных систем»

---

1. Современные подходы к вопросам разработки, моделирования и исследования электромеханических преобразователей.
2. Электромеханические преобразователи постоянного тока.

Утверждаю: зав. кафедрой 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, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет  $0 \div 49$  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, при решении задачи допускает

непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет  $50 \div 69$  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, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет  $70 \div 86$  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, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет  $87 \div 100$  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 «Дисциплина по выбору аспиранта: Электромеханические преобразователи мехатронных систем»

1. Современные подходы к вопросам разработки, моделирования и исследования электромеханических преобразователей.
2. Современные тенденции развития сложных технических систем.
3. Требования, предъявляемые к микромеханическим преобразователям мехатронных систем.
4. Особенности устройства и функционирования электромеханических преобразователей мехатронных систем.
5. Электромеханические преобразователи постоянного тока.
6. Разработка и исследование электромеханических преобразователей мехатронных систем.
7. Асинхронные электрические машины мехатронных систем.
8. Синхронные электрические машины мехатронных систем.