

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



«УТВЕРЖДАЮ»  
Первый проректор  
Г. И. Расторгуев  
2017 г.

## ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки: 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (профиль): Электромеханика и электрические аппараты

Основные виды деятельности: научно-исследовательская деятельность, педагогическая деятельность

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

Год начала подготовки по образовательной программе: 2015

Новосибирск 2017

Программа государственной итоговой аттестации (ГИА) составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.06.01 Электро- и теплотехника

ФГОС ВО утвержден приказом Минобрнауки России от 30.07.14 №878 (зарегистрирован Минюстом России 20.08.14, регистрационный №33707)

Программу разработал:

д.т.н., профессор А.Ф. Шевченко



Программа обсуждена на заседании кафедры электромеханики, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017 г.

Заведующий кафедрой:

д.т.н., профессор А.Ф. Шевченко



Ответственный за образовательную программу:

д.т.н., профессор А.Ф. Шевченко



Программа утверждена на ученом совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 6 от 21.06.2017 г.

декан ФМА:

к.т.н., доцент М.Е. Вильбергер



### 1 Обобщенная структура государственной итоговой аттестации

Государственная итоговая аттестация по программе аспирантуры 13.06.01 Электро- и теплотехника (профиль: Электромеханика и электрические аппараты) включает государственный экзамен (ГЭ) и представление научного доклада (НД) об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), оформленной в соответствии с требованиями, устанавливаемыми Министерством образования и науки Российской Федерации<sup>1</sup>.

Обобщенная структура государственной итоговой аттестации (ГИА) приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Обобщенная структура ГИА

| Коды   | Компетенции                                                                                                                                                                                                          | ГЭ | НД |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| УК.1   | способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях                    |    | +  |
| УК.2   | способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки |    | +  |
| УК.3   | готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач                                                                           |    | +  |
| УК.4   | готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках                                                                                                 |    | +  |
| УК.5   | способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности                                                                                                                                               |    | +  |
| УК.6   | способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития                                                                                                                        |    | +  |
| ОПК.1  | владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности                                                                                                         |    | +  |
| ОПК.2  | владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий                                                                                            |    | +  |
| ОПК.3  | способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности                                                  |    | +  |
| ОПК.4  | готовность организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности                                                                                                                         |    | +  |
| ОПК.5  | готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования                                                                                                               | +  | +  |
| ПК.1.В | Способность самостоятельно разрабатывать математическое описание объекта исследования                                                                                                                                | +  | +  |

<sup>1</sup> Пункт 15 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842 "О порядке присуждения ученых степеней" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, N 40, ст. 5074; 2014, N 32, ст. 4496).

|               |                                                                                                                                                                       |   |   |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| <b>ПК.2.В</b> | Способность и готовностью проводить исследования в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения                                    | + | + |
| <b>ПК.3.В</b> | Способность проводить моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации и управления с использованием современных технологий научных исследований | + | + |

Государственная итоговая аттестация (ГИА) проводится в соответствии с требованиями действующего Положения о порядке проведения государственной итоговой аттестации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре в Новосибирском государственном техническом университете (НГТУ).

## **2 Содержание и порядок организации государственного экзамена**

### **2.1 Содержание государственного экзамена**

2.1.1 Государственный экзамен проводится по одной или нескольким дисциплинам и (или) модулям образовательной программы, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников. Обязательными составляющими контролирующих материалов государственного экзамена являются материалы, направленные на проверку сформированности компетенций в областях научно-исследовательской и педагогической деятельности.

2.1.2 Государственный экзамен носит междисциплинарный комплексный характер и проверяет сформированность компетенций, необходимых для присвоения выпускнику аспирантуры квалификации «Преподаватель-исследователь».

2.1.3 Содержание контролирующих материалов и критерии оценки государственного экзамена приведены в фонде оценочных средств ГИА.

### **2.2 Порядок организации государственного экзамена**

2.2.1 Государственный экзамен по программе аспирантуры 13.06.01 Электро- и теплотехника (профиль: Электромеханика и электрические аппараты) проводится очно в устной форме по билетам с обязательным составлением кратких ответов в письменном виде на проштампованных листах бумаги.

2.2.2 Государственный экзамен принимается государственной экзаменационной комиссией (ГЭК) в сроки, определенные соответствующим календарным графиком учебного процесса.

2.2.3 Для ответа на билеты обучающимся предоставляется возможность подготовки в течение 60 минут. Для ответа на вопросы билета каждому обучающемуся предоставляется время для выступления (не более 20 минут), после чего председатель ГЭК предлагает ее членам задать студенту дополнительные вопросы в рамках тематики вопросов в билете. Члены ГЭК могут задавать дополнительные вопросы в рамках тематики программы государственного экзамена

2.2.4 Результаты государственного экзамена объявляются в день его проведения после оформления протоколов заседания ГЭК.

## **3 Содержание и порядок представления научного доклада (НД) об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)**

### **3.1 Содержание научного доклада**

3.1.1 Защита результатов научно-квалификационной работы проводится в форме научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

3.1.2. Научный доклад (НД) должен содержать информацию об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), оформленной в соответствии с

требованиями<sup>2</sup>, устанавливаемыми Министерством образования и науки Российской Федерации.

Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) является заключительным этапом проведения государственной итоговой аттестации. В ходе представления научного доклада проверяется сформированность компетенций, необходимых для присвоения выпускнику аспирантуры квалификации «Исследователь».

3.1.3. В научном докладе об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) излагаются основные идеи и выводы диссертации, показываются вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость приведенных результатов исследований, содержатся сведения об организации, в которой выполнялась диссертация, о научных руководителях, приводится список публикаций автора диссертации, в которых отражены основные научные результаты диссертации. Объем научного доклада (включая иллюстрации) должен составлять от 25 до 40 страниц. По диссертациям на соискание кандидата наук в области гуманитарных наук объем научного доклада может быть увеличен до 60 страниц.

3.1.4. Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) должен содержать:

1. Общую характеристику работы, где необходимо отразить:

- актуальность и степень разработанности темы исследования;
- цель и задачи работы;
- объект и предмет исследования;
- теоретическую и методологическую основы исследования;
- материалы исследования (при наличии);
- обоснованность, достоверность и апробацию результатов исследования;
- научную новизну работы;
- теоретическую и практическую значимость исследования;
- основные положения, выносимые на защиту;
- реализацию результатов работы;
- личный вклад автора;
- структуру и объем научно-квалификационной работы (диссертации).

2. Основное содержание работы, в котором необходимо отразить:

- постановку задачи исследования;
- обоснование выбора методов (материалов) исследования;
- основные аспекты и результаты исследования.

3. Заключение, включающее выводы и рекомендации.

4. Список основных научных публикаций по теме научно-квалификационной работы (диссертации).

Научно-квалификационная работа и текст научного доклада (с иллюстрациями) в электронном виде и на бумажном носителе оформляются в соответствии с требованиями пункта 15 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» и ГОСТ 7.0.11-2011. «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления», и проверяются на объем заимствования.

Текст научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (НКТ) подлежит рецензированию.

Руководитель научно-квалификационной работы аспиранта представляет в государственную экзаменационную комиссию отзыв на научно-квалификационную работу аспиранта.

---

<sup>2</sup> Пункт 15 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842 "О порядке присуждения ученых степеней" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, N 40, ст. 5074; 2014, N 32, ст. 4496).

## **3.2 Порядок представления НД**

3.2.1. Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (НКР) проводится на заседании государственной экзаменационной комиссии (ГЭК), порядок создания и регламент работы которой определяется действующим Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре в Новосибирском государственном техническом университете (НГТУ).

3.2.2. ГЭК принимает решение о выдаче обучающемуся, успешно прошедшему государственную итоговую аттестацию по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, документа о высшем образовании и о квалификации, а также о выдаче заключения в соответствии с пунктом 16 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, которое подписывается руководителем или по его поручению заместителем руководителя организации. В заключении отражаются личное участие обучающегося в получении результатов, изложенных в научно-квалификационной работе (НКР) (диссертации), степень достоверности результатов проведенных исследований, их новизна и практическая значимость, ценность научных работ, соответствие НКР (диссертации) требованиям, научная специальность (научные специальности) и отрасль науки, которым соответствует НКР (диссертация), полнота изложения материалов НКР (диссертации) в работах, опубликованных обучающимся.

3.2.3. Методика и критерии оценки НД приведены в фонде оценочных средств ГИА.

## **4 Список источников для подготовки к государственной итоговой аттестации**

### **4.1 Основные источники**

1. Беспалов В. Я. Электрические машины : [учебное пособие по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии"] / В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец. - Москва, 2010. - 312, [1] с. : ил., табл.
2. Вольдек А. И. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для вузов по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - СПб., 2007. - 349 с. : ил.. - Издательская программа 300 лучших учебников для высшей школы.
3. Вольдек А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник для вузов по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Энергетика" / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - СПб. [и др.], 2007. - 319 с. : ил.. - Издательская программа 300 лучших учебников для высшей школы.
4. Иванов-Смоленский А. В. Электрические машины. В 2 т.. Т. 2 : учебник для вузов / А. В. Иванов-Смоленский. - Москва, 2006. - 531, [1] с. : ил.
5. Иванов-Смоленский А. В. Электрические машины. В 2 т.. Т. 1 : учебник для вузов / А. В. Иванов-Смоленский. - Москва, 2006. - 651, [1] с. : ил.
6. Копылов И. П. Электрические машины : учебник для электромех. и электроэнерг. специальностей вузов / И. П. Копылов. - М., 2004. - 607 с. : ил.
7. Жуловян В. В. Основы электромеханического преобразования энергии : [учебник] / В. В. Жуловян. - Новосибирск, 2014. - 425, [1] с. : ил. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000214038](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214038)
8. Юферов Ф.М., Осин И.Л. Электрические машины автоматических устройств. М.: Изд-во МЭИ, 2003
9. Буль О.Б. Методы расчета магнитных систем электрических аппаратов: Магнитные цепи, поля и программа FEMM. «Академия», 2005. – 336 с.
10. Буль О.Б. Методы расчета магнитных систем электрических аппаратов: Программа ANSYS. «Академия», 2006. – 288 с.

11. Инкин А.И. - Электромагнитные поля и параметры электрических машин: Учебное пособие для вузов. ЮКЕА, 2002. – 464 с.
12. Иванов-Смоленский А.В. Электрические Машины В 2<sup>-X</sup> Т. Том 1.: Учебник Для Вузов. – 2е Изд. Перераб./ А.В. Иванов-Смоленский. – М.: Изд-Во МЭИ, 2004. – 656 С.
13. Иванов-Смоленский А.В. Электрические Машины В 2<sup>-X</sup> Т. Том 2.: Учебник Для Вузов. – 2е Изд. Перераб./А.В. Иванов-Смоленский. – М.: Изд-Во МЭИ, 2004. – 532 С
14. 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.
15. Специальные электрические машины. Источники и преобразователи энергии. В 2 кн.. Кн. 1 : учебное пособие для электромеханических, электротехнических и электроэнергетических специальностей вузов / [ А. И. Бертинов, и др.] ; под ред. Б. Л. Алиевского. - М., 1993. - 319, [1] с. : ил., схемы
16. Специальные электрические машины. Источники и преобразователи энергии. В 2 кн.. Кн. 2 : учебное пособие для электромеханических, электротехнических и электроэнергетических специальностей вузов / А. И. Бертинов [и др.] ; под ред. Б. Л. Алиевского. - М., 1993. - 367 с. : ил.
17. Гольдберг О. Д. Инженерное проектирование и САПР электрических машин : учебник / О. Д. Гольдберг, И. С. Свириденко. - М., 2008. - 558, [1] с. : ил., табл
18. Реан А. А. Психология и педагогика : [учебное пособие для вузов] / А. А. Реан, Н. В. Бордовская, С. И. Розум. – Москва [и др.], 2009. – 432 с. : ил.
19. Риторика : учебник / [З. С. Смелкова и др.] ; под ред. Н. А. Ипполитовой. – Москва, 2010. – 447 с. : ил., табл.
20. Лыгина Н. И. Деятельность преподавателя высшей школы : нормы качества, самоанализ, планирование. Модуль 1: современная лекция в высшей школе: учебное пособие для преподавателей / Н. И. Лыгина. – Новосибирск, 2009. – 28 с.
21. Специальная педагогика : [учебное пособие для педагогических вузов] / [Л. И. Аксенова и др.] ; под ред. Н. М. Назаровой. – Москва, 2009. – 394, [1] с.
22. Электронное обучение в техническом университете : учебное пособие / [О. В. Казанская и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск, 2014. – 138, [1] с. : ил., табл. – Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000208297](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208297). – Загл. с экрана.

#### **4.2 Дополнительные источники**

1. Проектирование электрических машин /Под ред. И.П. Копылова. М.: Высш. шк., 2002.
2. Универсальный метод расчета электромагнитных процессов в электрических машинах /Под ред. А.В. Иванова–Смоленского. М.: Энергоатомиздат, 1986.
3. Розанов Ю.К. Основы силовой электроники. М.: Энергоатомиздат, 1992.
4. Жуловян В. В. Основы электромеханического преобразования энергии : учебное пособие / В. В. Жуловян ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 278, [2] с.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/zhulovyan.pdf>. - Инновационная образовательная программа НГТУ «Высокие технологии».
5. Евдокимов С. А. Структурный синтез многофазных вентильных преобразователей : [монография] / С. А. Евдокимов, Н. И. Щуров. - Новосибирск, 2010. - 422 с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000139272](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000139272). - Парал. тит. л. англ..
6. Тюков В. А. Электромеханические системы : учебное пособие / В. А. Тюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 179, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/tyuk.rar>

7. Сили С. Электромеханическое преобразование энергии / С. Сили ; пер. с англ. Н. Ф. Ильинского. - М., 1968. - 375, [1] с. : ил., табл., схемы
8. Уайт Д. С. Электромеханическое преобразование энергии / Д. Уайт и Г. Вудсон ; пер. с англ. Н. Ф. Ильинского [ и др.]; под ред. С. В. Страхова. - М. ;, 1964. - 526, [2] с. : ил., табл.
9. Леви Э. Электромеханическое преобразование энергии / Э. Леви, М. Панцер ; пер. с англ. Ю. И. Чалисова, В. Ф. Мещерякова ; под ред. Э. А. Маеровича. - М., 1969. - 556 с. : ил.
10. Шевченко А. Ф. Сравнение возможностей аналитического и численного методов моделирования электрической машины / А. Ф. Шевченко, Г. Б. Вяльцев // Электротехника. - 2011. - № 6. - С. 20-24.
11. Моделирование тягового вентильно-индукторного привода для автономных транспортных средств / М. А. Слепцов [и др.] // Электричество. - 2011. - № 10. - С. 31-35
12. 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.
13. Особенности конструкции и проектирования энергоэффективных магнитоэлектрических электродвигателей общепромышленного назначения / А. Ф. Шевченко [и др.] // Электротехника. - 2014. - № 12. - С. 41-44.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. 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
20. Дискретный шаговый электропривод/ Под ред. Чиликина М.Г. М.: Энергия, 1971.
21. Бертинов А.И., Варлей В.В. Двигатели с катящимся ротором. М.: Энергия, 1969.
22. Борзяк Ю.Г., Зайков М.А., Панин В.Н. Электродвигатели с катящимся ротором. Киев: «Техника», 1982.
23. Каасик Т.Ю. Тихоходные безредукторные электродвигатели. Л., 1974
24. Жуловян В.В., Шевченко А.Ф. Исследование пуска синхронных двигателей с электромагнитной редукцией скорости вращения // Электромеханика, 1977, №1.
25. Каган В.Т. Электроприводы с предельным быстродействием для систем воспроизведения движений. М.: Энергия, 1975.
26. Электрические машины с малоотходным магнитопроводом и нетрадиционными обмоточными структурами. Новосибирск: изд-во НЭТИ, 1985.
27. Зимняя И. А. Педагогическая психология : учебник для вузов по педагогическим и психологическим направлениям и специальностям / И. А. Зимняя. – Москва, [2005]. – 382, [1] с. : ил.



28. Албегова И. Ф. Кейс-технология как элемент информационно-образовательной среды в модернизирующейся высшей профессиональной школе: суть и проблемы использования / И. Ф. Албегова, Г. Л. Шаматонova // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2011. – № 11. – С. 100-106.
29. Загвязинский В. И. Дидактика высшей школы : текст лекций / В. И. Загвязинский ; Челябинский политехн. ин-т им. Ленинского комсомола. – Челябинск, 1990. – 95, [1] с. : ил.

### **4.3 Методическое обеспечение**

1. Электромеханическое преобразование энергии : методические указания и варианты заданий к курсовым работам : методические указания к лабораторным работам для ФМА и ЗФ направления 140600 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. В. Жуловян, Ю. Л. Марков, В. В. Гречкин ]. - Новосибирск, 2013. - 16, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000181930](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000181930)
2. Жуловян В. В. Электромеханическое преобразование энергии [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. В. Жуловян ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000152094](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000152094). - Загл. с экрана.
3. 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.
4. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие / А. П. Лукинов. - Санкт-Петербург [и др.], 2012. - 605 с. : ил., табл. + 1 CD.
5. Тараканов А. В. Основы педагогической деятельности в системе высшего образования: Педагогические основы деятельности преподавателя [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Тараканов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск, [2015]. – Режим доступа : <http://dispace.edu.nstu.ru/didesk/course/show/4922?key=library>. – Загл. с экрана.
6. Голышкина Л. А. Основы педагогической деятельности в системе высшего образования. Технологии публичных выступлений [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Л. А. Голышкина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск, [2015]. – Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000214225](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214225). – Загл. с экрана.
7. Мандрикова Г. М. Основы педагогической деятельности в системе высшего образования (модуль): Активные формы обучения пособие / Г. М. Мандрикова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск, [2010]. – Режим доступа : <http://dispace.edu.nstu.ru/didesk/course/show/4848>. – Загл. с экрана.
8. Леган М. В. «Технологии электронного обучения» к модулю «Основы педагогической деятельности в системе высшего образования» [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / М. В. Леган, М. А. Горбунов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск, [2015]. – Режим доступа : [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000213998](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000213998). – Загл. с экрана.
9. Сурнина Т. Ю. Нормативные основы деятельности преподавателя: подготовка к итоговой аттестации [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Т. Ю. Сурнина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск, [2015]. – Режим доступа : <http://dispace.edu.nstu.ru/didesk/course/show/6028>. – Загл. с экрана.
10. Лыгина Н. И. Как спроектировать, провести и оценить учебное занятие : учебно-методическое пособие для аспирантов (психолого-педагогическое сопровождение в период прохождения педагогической практики) / Н. И. Лыгина, О. В. Макаренко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск, 2012. – 63, [1] с. : табл.. – Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000167841](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000167841). – Загл. с экрана.

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



«УТВЕРЖДАЮ»  
Первый проректор  
Б.И. Расторгуев  
\_\_\_\_\_ 2017 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление подготовки: 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (профиль): Электромеханика и электрические аппараты

Основные виды деятельности: научно-исследовательская деятельность, педагогическая деятельность

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

Год начала подготовки по образовательной программе: 2015

Составитель \_\_\_\_\_ профессор, Шевченко Александр Федорович

(подпись)

Новосибирск 2017

## 1 Паспорт государственного экзамена

### 1.1 Обобщенная структура государственного экзамена

Обобщенная структура государственного экзамена приведена в таблице 1.1.1.

Таблица 1.1.1

| <b>Коды компетенций</b> | <b>Показатели сформированности</b>                                                                                                                                                                                      | <b>Вопросы государственного экзамена</b>                                                                                      |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК.5</b>            | знать методические основы развития мотивации, организации и контроля учебной деятельности на занятиях различного вида                                                                                                   | <b>№2.7</b>                                                                                                                   |
| <b>ОПК.5</b>            | знать преподаваемую область научного (научно-технического) знания и (или) профессиональной деятельности и тенденции ее развития                                                                                         | <b>№ 1.1-1.62</b>                                                                                                             |
| <b>ОПК.5</b>            | знать содержание законов и иных нормативно-правовых актов РФ, локальных нормативных актов образовательной организации, регламентирующих деятельность в сфере высшего образования                                        | <b>№2.2, 2.3, 2.12</b>                                                                                                        |
| <b>ОПК.5</b>            | уметь разрабатывать и обновлять рабочие программы и учебно-методические материалы по программам высшего образования                                                                                                     | <b>№2.1, 2.4-2.11</b>                                                                                                         |
| <b>ОПК.5</b>            | уметь применять технические средства обучения, включая технологии электронного и дистанционного обучения                                                                                                                | <b>№2.6, 2.13, 2.14</b>                                                                                                       |
| <b>ОПК.5</b>            | уметь обосновывать современные педагогические подходы к организации инклюзивного образования с учетом психофизических особенностей лиц, имеющих нарушения в зрительной, слуховой, интеллектуальной и двигательной сфере | <b>№2.12, 2.13</b>                                                                                                            |
| <b>ПК.1.В</b>           | знать способы и методы построения математических моделей физических процессов и объектов исследования                                                                                                                   | <b>№ 1.9-1.19, 1.40-1.42, 3.1.3, 3.2.3-3.2.5, 3.3.1, 3.3.6, 3.3.7, 3.4.5, 3.4.7, 3.5.5, 3.7.1-3.7.3, 3.8.1-3.8.5</b>          |
| <b>ПК.1.В</b>           | уметь разрабатывать математические модели объекта исследования                                                                                                                                                          | <b>№ 1.9-1.19, 1.40-1.42, 3.1.3, 3.2.3-3.2.5, 3.3.1, 3.3.6, 3.3.7, 3.4.5, 3.4.7, 3.5.5, 3.7.1-3.7.3,</b>                      |
| <b>ПК.2.В</b>           | знать основные достижения науки и передовой технологии в области энерго- и ресурсосбережения                                                                                                                            | <b>№ 1.1-1.8, 1.37-1.39, 1.43-1.62, 3.1.1-3.1.3, 3.1.4-3.1.6, 3.2.2-3.2.5, 3.3.3, 3.3.4, 3.4.1, 3.4.3, 3.5.1, 3.6.2-3.6.6</b> |

|               |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                    |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК.2.В</b> | уметь определять оптимальные режимы работы объектов электротехники, электромеханики и энергетических устройств с учетом ресурсо- и энергосбережения | <b>№ 1.20-1.34,<br/>1.37-1.39,<br/>1.43-1.62,<br/>3.1.1-3.1.7,<br/>3.2.1-3.2.5,<br/>3.3.1-3.3.7,<br/>3.4.1-3.4.4,<br/>3.4.6-3.4.9,<br/>3.5.1.-3.5.4,<br/>3.6.1</b> |
| <b>ПК.3.В</b> | знать современные и перспективные компьютерные и информационные технологии в области электротехники                                                 | <b>№ 1.35-1.36</b>                                                                                                                                                 |
| <b>ПК.3.В</b> | уметь использовать современные компьютерные и информационные технологии при исследовании электротехнических систем                                  | <b>№ 1.35-1.36</b>                                                                                                                                                 |

## 1.2 Пример билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет мехатроники и автоматизации

### Экзаменационный билет № 1

к государственному экзамену по программе аспирантуры 13.06.01 Электро- и теплотехника

---

1. Вопрос из научной области «**Электромеханика и электрические аппараты**».
2. Вопрос по основам педагогической деятельности в системе высшего образования
3. Вопрос по теме исследования..

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

### 1.3 Методика оценки

Билеты к экзамену формируются из вопросов, представленных в пункте 1.5. Билет содержит 3 теоретических вопроса. Первый вопрос билета выбирается из перечня вопросов из научной области исследования, второй вопрос билета - из перечня вопросов по разделу «Основы педагогической деятельности в системе высшего образования», третий вопрос формулируется по теме исследования. Экзамен проводится в устной форме с обязательным составлением ответов в письменном виде. Итоговая оценка за государственный экзамен выставляется в соответствии с критериями, приведенными в п. 1.4.

### 1.4 Критерии оценки

По результатам ответов обучающегося на вопросы билета и дополнительные вопросы (уточняющие суть ответа) государственная экзаменационная комиссия оценивает сформированность компетенций на разных уровнях.

Соответствие уровней сформированности компетенций, критериев оценки и баллов по 100-бальной шкале приведено в таблице 1.4.1.

Таблица 1.4.1

| Критерии оценки                                                                                                                                                       | Уровень сформированности компетенций | Диапазон баллов |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| аспирант правильно и полностью ответил на три вопроса экзаменационного билета, а также дополнительные вопросы, уточняющие суть ответа, чем показал углубленные знания | Продвинутый                          | 87-100          |
| аспирант правильно ответил на все вопросы, но на один вопрос дал недостаточно развернутый ответ                                                                       | Базовый                              | 73-86           |
| аспирант в целом правильно ответил минимум на два вопроса билета, знания не структурированы и поверхностны                                                            | Пороговый                            | 50-72           |
| аспирант правильно ответил не более чем на один вопрос экзаменационного билета                                                                                        | Ниже порогового                      | 0-49            |

Результаты каждого государственного аттестационного испытания, включенного в государственную итоговую аттестацию, определяются оценками "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно". Оценки "отлично", "хорошо", "удовлетворительно" означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания. Перевод баллов, полученных за государственный экзамен, в традиционную шкалу оценок осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки достижений студентов НГТУ.

Результаты государственного аттестационного испытания, проводимого в устной форме с предоставлением письменного ответа, объявляются в день его проведения.

### 1.5 Примерный перечень теоретических вопросов

#### 1. Вопросы из научной области «Электромеханика и электрические аппараты»

1.1. Развитие энергетики и электроэнергетических систем. Выработка электроэнергии на тепловых, гидравлических и атомных станциях. Возобновляемые источники электроэнергии, автономные электроэнергетические системы, проблема охраны окружающей среды.

1.2. Применение электрических машин, трансформаторов и аппаратов в системах генерирования, передачи, распределения и потребления электрической энергии.

1.3. Типы электрических машин. Общая классификация электрических и электронных аппаратов.

- 1.4. Оценка эффективности, качества и надежности электрических машин и аппаратов.
- 1.5. Основные элементы конструкции электромеханических преобразователей, трансформаторов, электрических аппаратов и технология их изготовления. Безотходная и малоотходная технология.
- 1.6. Испытания электрических машин и аппаратов. Вибрации, шумы и радиопомехи, допустимые нормы и способы их снижения. Электромагнитная совместимость электрических машин и аппаратов с системой и окружающим оборудованием.
- 1.7. Исторические сведения о развитии электромеханики, электрических и электронных аппаратов.
- 1.8. Электромеханическое преобразование энергии и физические законы, на которых оно основано.
- 1.9. Два подхода к описанию электромагнитных процессов в электрических машинах: с позиций теории поля и теории электрических цепей. Сравнительное сопоставление физического моделирования, аналитических и численных методов решения уравнений.
- 1.10. Обобщенная электрическая машина – математическая модель электрических машин всех типов. Допущения при записи уравнений обобщенной машины. Дифференциальные уравнения в различных системах координат. Уравнения Парка–Горева синхронной машины. Физический смысл параметров обобщенной машины – коэффициентов в дифференциальных уравнениях.
- 1.11. Уравнения установившегося режима работы асинхронных и синхронных машин. Векторные диаграммы и эквивалентные схемы замещения. Основные характеристики двигателей и генераторов.
- 1.12. Электромагнитный момент обобщенной электрической машины, уравнение движения ротора. Статические и динамические механические характеристики электродвигателей. Способы измерения момента.
- 1.13. Временные и пространственные гармоники в электрических машинах, параметры высших гармоник. Методы расчета гармоник магнитодвижущей силы (МДС) и магнитной индукции в воздушном зазоре с учетом формы зубцовой зоны сердечников и нелинейных свойств магнитной цепи.
- 1.14. Исследование электрических машин при несинусоидальном и несимметричном напряжении. Управление электрическими двигателями от полупроводниковых преобразователей. Работа синхронного генератора на выпрямительную нагрузку. Вентильные двигатели. Особенности работы электрических машин при пульсирующем токе.
- 1.15. Многообмоточные электрические машины. Математические модели асинхронных двигателей с двойной беличьей клеткой и синхронных машин с демпферными обмотками. Учет влияния вихревых токов, гистерезиса и потерь в стали.
- 1.16. Математическое моделирование электрических машин с изменяющимися параметрами. Учет вытеснения тока в проводниках, насыщения и изменения момента инерции.
- 1.17. Несимметричные электрические машины. Способы математического описания и математические модели синхронных и асинхронных машин с магнитной и электрической несимметрией статора и ротора. Однофазные двигатели переменного тока.
- 1.18. Электрическая машина как элемент электромеханической системы. Математические модели электрических машин с учетом внешних элементов, включенных в цепи статора и ротора.

1.19. Область поля электрической машины. Математическое описание электромагнитного поля электрической машины. Разделение области поля на вращающуюся и неподвижную части. Граничные и начальные условия.

1.20. Электромагнитная сила, действующая в области паза с током в магнитном поле (распределение силы между проводом и стенками паза). Зависимость силы от величины поля, полученная из энергетических соображений. Аналитические выражения электромагнитных сил и моментов.

1.21. Электродвижущая сила (ЭДС), индуцированная в проводнике, расположенном в пазу электрической машины, зависимость ее от индукции в зазоре.

1.22. Магнитное поле в гладком зазоре между статором и ротором. Магнитное поле в ярмах статора и ротора (учет кривизны, расчет магнитного напряжения, вытеснение магнитного потока в окружающее пространство).

1.23. Методы и результаты исследования магнитного поля в зубчатом воздушном зазоре. Поле в области пазов с током и без тока при односторонней и двусторонней зубчатости. Подход к вычислению удельной проводимости зазора. Коэффициент воздушного зазора.

1.24. Гармонический анализ удельной магнитной проводимости воздушного зазора, МДС и магнитной индукции в воздушном зазоре машин переменного тока.

1.25. Взаимная индукция однофазных и многофазных обмоток для токов прямой, обратной и нулевой последовательностей в машинах переменного тока.

1.26. Поле рассеяния в пазах различной формы. Расчет индуктивностей пазового, лобового и дифференциального рассеяния для однослойных и двухслойных однофазных обмоток.

1.27. Магнитное поле в области торцевых частей машины. Расчетная длина машины. Поле лобовых частей. Электромагнитные силы, действующие на лобовые части. Магнитные поля и параметры синхронных машин при симметричной и несимметричной нагрузках, переходные и сверхпереходные параметры.

1.28. Методы расчета электромагнитных полей в распределенных вторичных контурах (полый и массивный ротор в асинхронных машинах, массивные полюса и массивный неявнополюсный ротор в синхронных машинах). Эквивалентные параметры роторных контуров в асинхронных и синхронных машинах.

1.29. Влияние вихревых токов в проводниках, лежащих в пазу, на их активное и индуктивное сопротивление. Меры по уменьшению добавочных потерь в обмотках (транспозиция проводников, скрутка в лобовых частях).

1.30. Щеточный контакт и его вольт-амперные характеристики. Уравнения классической теории коммутации, виды коммутационных процессов. Анализ факторов, влияющих на коммутацию. Способы улучшения коммутации. Критерии потенциальной устойчивости и меры борьбы с круговым огнем. Настройка коммутации.

1.31. Виды потерь и физические причины их возникновения в электрических машинах. Методики расчета основных и добавочных потерь в машинах переменного и постоянного тока. Коэффициент полезного действия электрических машин и трансформаторов, способы его расчетного и экспериментального определения.

1.32. Физические процессы нагревания и охлаждения электрических машин и трансформаторов. Уравнения теплообмена и тепловые параметры. Методы расчета переходных и установившихся температур. Эквивалентные тепловые схемы замещения электрических машин.



1.33. Электроизоляционные материалы и классы их нагревостойкости. Зависимость срока службы изоляции от температуры и режимов работы электрических машин.

1.34. Системы косвенного и непосредственного охлаждения электрических машин и трансформаторов. Расчет системы охлаждения. Способы интенсификации охлаждения. Тепловые испытания электрических машин.

1.35. Использование ЭВМ для исследования и проектирования электрических машин и трансформаторов. Области применения АВМ и ЦВМ. Математические модели электрических машин и трансформаторов, работающих в статических и динамических режимах.

1.36. Постановка задач оптимизации и методы их решения. Критерии оптимальности и лимитеры. Возможности машинного расчета и конструирования электрических машин и трансформаторов. Системы автоматизированного проектирования (САПР).

1.37. Электрические машины автоматических устройств: исполнительные двигатели переменного и постоянного тока; синхронные микродвигатели с постоянными магнитами, шаговые, реактивные, гистерезисные, с электромагнитной редукцией частоты вращения; двигатели с катящимся и гибким волновым ротором; универсальные коллекторные двигатели; информационные электрические микромашины.

1.38. Многомерные электрические машины, двигатели со сферическим и коническим ротором, торцевые конструкции электрических машин, униполярные машины. Электрические машины колебательного и возвратно-поступательного движения, линейные и дугостаторные двигатели, МГД-генераторы и насосы. Электрические машины со сверхпроводящими обмотками. Емкостные электрические машины.

1.39. Трансформаторы как электромагнитные преобразователи энергии. Физические процессы в трансформаторе. Магнитные системы и обмотки трансформаторов, группы соединения обмоток. Основные уравнения и схема замещения трансформатора. Параметры трансформаторов, методы их определения. Параллельная работа трансформаторов. Несимметричные режимы работы трансформаторов. Переходные процессы в трансформаторах. Классификация трансформаторов, их специальные типы.

1.40. Принципы построения макроскопических моделей электромеханических систем электрических аппаратов. Элементы, фазовые переменные, компонентные и топологические уравнения электрической, магнитной, механической и тепловой подсистем. Составление эквивалентных схем.

1.41. Методы анализа электромагнитных полей. Законы электромагнитного поля. Дифференциальные уравнения для параметров поля. Численные методы (метод конечных разностей, метод конечных элементов, метод интегральных уравнений) и программное обеспечение для расчетов полей электромагнитных систем. Методы расчетов параметров макромоделей (ЭДС, индуктивностей, силовых характеристик) на основе анализа электромагнитного поля.

1.42. Магнитные материалы, применяемые в электрических аппаратах и машинах. Магнитные характеристики материалов. Методы и средства измерений магнитных полей, испытаний магнитных материалов и изделий из них.

1.43. Электродинамические силы в электрических аппаратах. Методы их расчета. Использование электродинамических сил. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов.

1.44. Источники теплоты в электрических аппаратах. Методы анализа. Способы снижения потерь в электрических аппаратах. Теплопередача в окружающее пространство. Критерии подобия. Критериальные уравнения. Расчет коэффициентов теплопередачи. Задачи

стационарной и нестационарной теплопроводности в электрических аппаратах. Нестационарный режим нагрева и остывания электрических аппаратов.

1.45. Контакты электрических аппаратов. Модели контактирования. Ом-вольтная характеристика контактов и сваривание контактов. Стационарный нагрев контактов в токопроводе. Одномерная модель неоднородного токопровода с контактами и распределение температур в нем.

1.46. Электрическая дуга отключения. Вольт-амперные характеристики стационарной и нестационарной дуги. Распределение потенциалов в дуге. Условия гашения электрической дуги в цепи постоянного тока. Шунтирование дуги. Условия гашения дуги переменного тока. Начальная прочность межконтактного промежутка после прохождения тока через нуль. Восстанавливающаяся прочность и восстанавливающееся напряжение. Влияние собственной частоты сети на процессы гашения дуги. Одночастотный и двухчастотный контуры – модели сети.

1.47. Электромеханические аппараты автоматики. Основные виды. Характеристики.

1.48. Электрические аппараты распределения энергии низкого напряжения. Основные виды. Характеристики. Методы выбора. Методы испытаний. Тенденции развития.

1.49. Электрические аппараты управления низкого напряжения. Основные виды. Характеристики. Методы выбора. Методы испытаний. Тенденции развития.

1.50. Электрические аппараты высокого напряжения. Основные виды. Виды выключателей высокого напряжения. Особенности конструкций, методов гашения дуги и эксплуатации.

1.51. Реакторы. Конструкции. Использование. Работа реакторов в комплекте с силовыми электронными коммутаторами.

1.52. Ограничители перенапряжений и разрядники. Устройство, характеристики. Особенности эксплуатации.

1.53. Испытания электрических аппаратов высокого напряжения. Статические (силовые электронные и магнитно-полупроводниковые) аппараты. Основные виды аппаратов, их функции и классификация. Сравнительный анализ статических и электромеханических аппаратов и области их рационального применения.

1.54. Силовые электронные ключи. Особенности коммутации электронных ключей. Статические и динамические режимы работы ключей. Области безопасной работы и защита электронных ключей.

1.55. Пассивные компоненты и охладители силовых электронных приборов. Влияние повышенной частоты и несинусоидальности напряжения на работу конденсаторов и реакторно-трансформаторного оборудования.

1.56. Системы управления силовыми электронными аппаратами. Обобщенные структурные схемы. Основные функциональные узлы и элементная база.

1.57. Микропроцессоры в управлении электрическими и электронными аппаратами. Структура и функции микропроцессора, микроконтроллера и примеры их применения в различных аппаратах.

1.58. Статические коммутационные аппараты постоянного и переменного токов. Функциональные возможности и области рационального применения. Гибридные коммутационные аппараты.

1.59. Статические регуляторы постоянного тока. Примеры импульсного регулирования параметров электрической энергии. Основные схемы импульсных регуляторов постоянного тока. Тиристорные регуляторы постоянного тока.

1.60. Статические регуляторы переменного тока. Тиристорные регуляторы переменного тока с естественной и искусственной коммутацией. Применение силовых транзисторов в регуляторах переменного тока. Регуляторы реактивной мощности.

1.61. Магнитно–полупроводниковые аппараты. Дроссели насыщения и основные способы подмагничивания. Магнитно-полупроводниковые ключи.

1.62. Феррорезонансный стабилизатор напряжения и тока. Принцип действия, характеристики и области применения.

## **2. Вопросы по основам педагогической деятельности в системе высшего образования**

2.1. Основные этические требования к организации учебно-педагогического общения и взаимодействия.

2.2. Основные положения ФЗ-273 "Об образовании в РФ", регулирующие уровни высшего и среднего профессионального образования.

2.3 Структура и основные требования ФГОС ВО по направлениям подготовки.

2.4 Основные законы риторики, система требований к эффективному публичному выступлению и к ритор-преподавателю.

2.5 Специфика научного и научно-публицистического стилей.

2.6. Технологии эффективной презентации публичного выступления.

2.7. Методические основы развития мотивации, организации и контроля учебной деятельности на занятиях с использованием активных форм обучения.

2.8. Виды и особенности учебных заданий.

2.9. Проектирование образовательного процесса по компетентностно ориентированным образовательным программам.

2.10. Подходы к определению критериев качества результатов обучения, виды контрольно-оценочных средств.

2.11. Методическое обеспечение образовательного процесса по учебной дисциплине (рабочие программы, фонды оценочных средств).

2.12. Нормативно-правовая база инклюзивного образования, психофизические особенности лиц, имеющих ОВЗ.

2.13. Современные технические средства обучения лиц с различными нарушениями развития.

2.14. Технологии электронного и дистанционного обучения .

### **1.1. Двигатели с амплитудной модуляцией магнитного потока**

1.1.1. Индукторные машины. Основные конструктивные схемы. Одноименно-полюсные и разноименно-полюсные машины. Геометрия и виды зубцовых зон. Способы выполнения многофазных индукторных машин.

1.1.2. Электромагнитное поле в воздушном зазоре индукторных машин. Методы расчета. Представление энергопреобразования в индукторных машинах.

1.1.3. Индукторная машина двойного питания. Синхронные и асинхронные машины. Математические модели машин. Схемы замещения для анализа установившегося и переходного режимов.

1.1.4. Двигатели с электромагнитной редукцией частот вращения (скорости) (ДЭР). Создание рабочих гармоник поля за счет зубчатости только на роторе, зубчатости на статоре и роторе. Взаимосвязь полюсности обмоток с числом зубцов ротора и статора.

1.1.5. Двигатели с катящимся ротором. Сущность электромеханической редукции скорости (частоты вращения). Единство механического преобразования ДКР и ДЭР.

1.1.6. Сравнительная оценка различных типов ДЭР синхронных и асинхронных по технико-экономическим показателям. Влияние размещения обмоток, геометрии зубцовой зоны и магнитной системы в целом на выходные характеристики машины.

1.1.7. Способы пуска синхронных ДЭР, их оценка по способу реализации, по пусковым показателям.

## 1.2. Электрические машины с постоянными магнитами

1.2.1. Магнитные параметры и свойства основных материалов для постоянных магнитов. Аппроксимация кривой размагничивания и линий магнитного возврата. Рабочая диаграмма магнита. Особенности расчёта магнитных цепей с постоянными магнитами

1.2.2. Магнитные системы с цилиндрическим магнитом, со звездообразным ротором, с когтеобразным ротором, с ротором коллекторного типа, с кольцевыми и вставными магнитами. Магнитные системы и конструкции генераторов переменного тока комбинированного возбуждения. Конструкции авиационных и автотракторных генераторов с ПМ. Конструкция ЭМ с ПМ с дробными зубцовыми обмотками. Вентильные двигатели с ПМ.

1.2.3. Система дифференциальных уравнений синхронных двигателей с ПМ. Параметры синхронных машин с радиальным расположением магнитов и короткозамкнутой обмоткой ротора. Параметры синхронных машин с аксиальным расположением магнитов и короткозамкнутой обмоткой ротора. Параметры СМ с ротором коллекторного типа. Переходные параметры насыщенных и ненасыщенных синхронных машин с ПМ с учётом демпфирования потока в магнитных частях магнитопровода и демпфирующих контурах в алюминиевых заливках

1.2.4. Синхронный режим работы двигателя с ПМ. Токи и мощности в синхронном режиме. Электромагнитный момент. Электрическая схема замещения и диаграмма токов.

1.2.5. Особенности рабочего процесса синхронных генераторов с ПМ. Режим холостого хода и рабочая диаграмма магнита. Рабочий режим синхронных генераторов с ПМ. Графический метод построения рабочей диаграммы магнита. Электромагнитные и рабочие характеристики синхронных генераторов с постоянными магнитами. Моделирование переходных процессов синхронных машин с ПМ. Режим внезапного КЗ синхронного генератора с ПМ и размагничивающее действие поля реакции якоря. Пусковой режим синхронных двигателей с ПМ. Токи пускового режима. Электромагнитные моменты в асинхронном режиме. Вхождение в синхронизм. Влияние параметров на синхронизацию.

## 1.3. Малоинерционные электродвигатели постоянного и переменного тока

1.3.1. Динамические и регулировочные свойства исполнительных электродвигателей постоянного тока, постоянные времени якоря, диапазон регулирования, точность реализуемых движений, собственное быстродействие, приемистость, тепловая постоянная якоря.

1.3.2. Ограничения динамических, массогабаритных и энергетических показателей электродвигателей постоянного и переменного тока классической конструкции с электромагнитным возбуждением и зубцово-пазовой структурой якоря.

1.3.3. Особенности электродвигателей с возбуждением от постоянных магнитов. Высокомоментные электродвигатели и их приоритетные параметры.

1.3.4. Конструкции малоинерционных электродвигателей – с гладким якорем, с полым и дисковым печатным якорем, с полым и дисковым немагнитным проволочным якорем. Их динамические свойства и конструктивно-технологические ограничения этих свойств.

1.3.5. Особенности электромагнитного расчета магнитоэлектрических и индукционных малоинерционных электродвигателей различных типов.

1.3.6. Особенности режимов работы малоинерционных электродвигателей с немагнитным якорем при импульсном питании в системах ИМ-Д.

1.3.7. Малоинерционные электродвигатели с комбинированным возбуждением, особенности конструкции, режимов работы, способов управления и т.д.

#### 1.4. Линейные электродвигатели

1.4.1. Линейные электродвигатели переменного тока

1.4.2. Разработка линейных электродвигателей как проявление социального заказа. Исторический обзор основных работ по линейным электродвигателям.

1.4.3. Линейные асинхронные электродвигатели (ЛАД). Их особенности, основные конструктивные схемы, классификация. Сравнение ЛАД с асинхронными двигателями нормального исполнения (механические и энергетические характеристики).

1.4.4. Продольный и поперечный краевые эффекты в ЛАД, их природа и характер проявления. Способы компенсации краевых эффектов.

1.4.5. Одномерная модель ЛАД, ее достоинства и недостатки. Анализ распределения электромагнитного поля в зазоре ЛАД в двумерной модели. Квази-трехмерные модели ЛАД.

1.4.6. Схемы замещения ЛАД и определение их параметров. Расчет характеристик ЛАД при их работе с постоянным значением тока или постоянным значением напряжения.

1.4.7. Аналоговые модели ЛАД и их применение к расчету характеристик машин. Применение ЭВМ для расчета характеристик.

1.4.8. Линейные синхронные электродвигатели (ЛСД), их классификация и возможные области применения. Особенности электромагнитных процессов в ЛСД.

1.4.9. Двухкоординатные линейные электродвигатели. Особенности конструкции и режимов работы.

#### 1.5. Линейные электродвигатели постоянного тока.

1.5.1. Линейные двигатели постоянного тока (ЛДПТ), их классификация и области применения. Преимущества и недостатки ЛДПТ по сравнению с ЛАД.

1.5.2. Особенности электромагнитных процессов в ЛДПТ. Краевые эффекты и пульсация электромагнитной силы. Способы компенсации краевых эффектов и подавления пульсаций силы в ЛДПТ.

1.5.3. Коммутация в ЛДПТ. Механические коллекторы линейных двигателей. Бесконтактные ЛДПТ, конструкции силовой части электронных коммутаторов и датчиков положения секций якоря относительно индуктора.

1.5.4. Использование постоянных магнитов в ЛДПТ. Способы расчета магнитных систем ЛДПТ с постоянными магнитами. Намагничивание индукторов магнитоэлектрических ЛДПТ. Материалы для индукторов ЛДПТ.

1.5.5. Методы исследования электромагнитных процессов в ЛДПТ. Теоретическое и экспериментальное определение основных характеристик (краткое описание или классификация известных методов).

#### 1.6. Тенденции развития конструкций и теории электрических машин с составными активными объемами

1.6.1. Конструктивно-технологические ограничения дальнейшего повышения технического уровня современных электрических машин общепромышленного применения (в частности, асинхронных электродвигателей с шихтованным магнитопроводом и зубцово-пазовыми обмоточными структурами).

1.6.2. Патентная конъюнктура конструктивно-технологических решений, обеспечивающих снижение технологических отходов и повышение уровня использования активных объемов электрических машин.

1.6.3. Электрические машины с витым магнитопроводом.

1.6.4. Электрические машины с активным распределенным обмоточным слоем.

1.6.5. Электрические машины с гофрированными обмоточными зонами.

1.6.6. Торцевые электрические машины.

1.7. Принципы ортотропного моделирования электрических машин.

1.7.1. Математическое описание электромагнитных полей в активных конструктивных зонах с измельченной структурой.

1.7.2. Общие решения уравнений электродинамики в конструктивных зонах электрических машин с плоской, торцевой и цилиндрической формой воздушного зазора.

1.7.3. Применение теоремы Умова-Пойнтинга для определения интегральных характеристик электрических машин нетрадиционной конструкции.

1.8. Каскадные схемы замещения неявнополюсных электрических машин с составными активными объемами.

1.8.1. Следствие теоремы Умова-Пойнтинга о схемной аппроксимации линейных сред, находящихся под воздействием электромагнитного поля.

1.8.2. Синтез типовых Е-Н четырехполюсников для плоских активных ортотропных зон электрических машин.

1.8.3. Типовые Е-Н четырехполюсники для активных зон цилиндрических и торцевых электрических машин.

1.8.4. Линейные каскадные схемы замещения неявнополюсных электрических машин.

1.8.5. Особенности синтеза нелинейных каскадных схем электрических машин с составными активными объемами.

## 2 Паспорт научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы

### 2.1 Обобщенная структура представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы

Обобщенная структура представления НД приведена в таблице 2.1.1.

Таблица 2.1.1

| <b>Коды компетенций</b> | <b>Показатели сформированности</b>                                                                                                                                                                             | <b>Разделы и этапы представления НД</b> |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>УК.1</b>             | выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие методы, исходя из задач конкретного исследования                                                                                         | <b>п. 2.4,2.5, 3.2</b>                  |
| <b>УК.2</b>             | знать основные методы научного познания, методологические концепции науки и техники, общие закономерности их взаимосвязи                                                                                       | <b>п. 2.1-2.3</b>                       |
| <b>УК.3</b>             | уметь пользоваться общенаучными и частно научными методами познания для решения научных проблем                                                                                                                | <b>п. 2.4-2.6</b>                       |
| <b>УК.4</b>             | уметь писать научные статьи, тезисы, аннотации, рефераты на родном и иностранном языках                                                                                                                        | <b>п. 1, 2.6, 5, 2.12</b>               |
| <b>УК.5</b>             | уметь соблюдать права и этические нормы, касающиеся проведения исследований, публикации результатов, консультирования и участия в экспертизах                                                                  | <b>п. 2, 3, 5</b>                       |
| <b>УК.6</b>             | уметь ставить цели, задачи и применять технологии профессионального самоопределения                                                                                                                            | <b>п. 2.2, 2.3, 3.1</b>                 |
| <b>УК.6</b>             | уметь самостоятельно формулировать предметно-научные и методологические проблемы, выдвигать гипотезы для их решения и анализировать их                                                                         | <b>п. 2.4, 2.7</b>                      |
| <b>УК.6</b>             | владеть методиками научного исследования, включая методы сбора, анализа, систематизации и обработки информации                                                                                                 | <b>п. 2.1, 2.3, 3.3, 4</b>              |
| <b>ОПК.1</b>            | уметь обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных                                                                                                | <b>п. 2.8, 2.9, 3.3, 4</b>              |
| <b>ОПК.2</b>            | знать основные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах                                                                                                                      | <b>п. 2.1, 2.3</b>                      |
| <b>ОПК.3</b>            | уметь организовать процесс проведения исследований для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования электроэнергетических объектов | <b>п. 2.7-2.11, 3.3</b>                 |
| <b>ОПК.4</b>            | уметь подготавливать документацию по использованию результатов научных исследований                                                                                                                            | <b>п. 2.10</b>                          |

|               |                                                                                                                                 |                       |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>ОПК.5</b>  | знать преподаваемую область научного (научно-технического) знания и (или) профессиональной деятельности и тенденции ее развития | <b>п. 2.1, 2.3, 5</b> |
| <b>ПК.1.В</b> | уметь разрабатывать математические модели объекта исследования                                                                  | <b>п. 2.6, 2.7</b>    |
| <b>ПК.2.В</b> | знать основные достижения науки и передовой технологии в области энерго- и ресурсосбережения                                    | <b>п. 2.1, 2.3</b>    |
| <b>ПК.3.В</b> | уметь использовать современные компьютерные и информационные технологии при исследовании электротехнических систем              | <b>п. 2.11, 3.3</b>   |

## **2.2 Структура и этапы представления научного доклада**

2.2.1. Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) содержит:

- Аннотацию НКР на иностранном языке (при наличии)
- Общую характеристику работы.
  - 2.1. Актуальность и степень разработанности темы исследования.
  - 2.2. Цель и задачи работы.
  - 2.3. Объект и предмет исследования.
  - 2.4. Теоретическую и методологическую основы исследования.
  - 2.5. Материалы исследования (при наличии).
  - 2.6. Обоснованность, достоверность и апробацию результатов исследования.
  - 2.7. Научную новизну работы.
  - 2.8. Теоретическую и практическую значимость исследования.
  - 2.9. Основные положения, выносимые на защиту.
  - 2.10. Реализацию результатов работы.
  - 2.11. Личный вклад автора.
  - 2.12. Структуру и объем научно-квалификационной работы (диссертации).
- Основное содержание работы, в котором необходимо отразить:
  - Постановку задачи исследования.
  - Обоснование выбора методов (материалов) исследования.
  - Основные аспекты и результаты исследования.
- Заключение, включающее выводы и рекомендации.
- Список основных научных публикаций по теме научно-квалификационной работы (диссертации).

2.2.2. Представление научного доклада осуществляется в форме устного выступления аспиранта (не более 20 минут) с демонстрацией презентации и ответов на вопросы членов ГЭК.

## **2.3 Методика оценки представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы**

2.3.1 Научный доклад представляется и оценивается на заседании ГЭК. Члены государственной экзаменационной комиссии простым большинством голосов оценивают научно-квалификационную работу и выносят решение:

- о прохождении / не прохождении государственной итоговой аттестации;
- о присвоении / не присвоении квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь»;
- о выдаче / не выдаче диплома об окончании аспирантуры;
- о рекомендации выдачи / не выдачи заключения в соответствии с пунктом 16 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства



РФ от 24 сентября 2013 г. № 842.

Члены ГЭК заслушивают доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), оценивают содержание работы и ее представление по критериям, приведенным в разделе 2.4.

2.3.2 Согласованная итоговая оценка выставляется на основании оценок членов ГЭК с учетом отзыва руководителя, представленной внешней рецензии, а также результатов предварительного рассмотрения научно-квалификационной работы в соответствии с действующим Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре в Новосибирском государственном техническом университете (НГТУ).

На основании приведенных в п.2.4 критериев делается вывод о сформированности соответствующих компетенций на разных уровнях.

#### 2.4. Критерии оценки научного доклада

Критерии оценки представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы приведены в таблице 2.4.1.

Таблица 2.4.1

| Критерии оценки НД                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Уровень сформированности компетенций | Диапазон баллов | Оценка за представление НД |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|----------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• структура и оформление НД полностью соответствует всем предъявляемым требованиям</li><li>• в НКР отражены и обоснованы положения, выводы, подтверждены актуальность и значимость работы, аргументация полученных выводов достаточная, тема раскрыта</li><li>• отзыв руководителя не содержит замечаний</li><li>• внешние отзывы не содержат принципиальных замечаний</li><li>• результаты предварительного рассмотрения НКР свидетельствуют о полном соответствии НД предъявляемым требованиям</li><li>• представление работы в устном докладе полностью отражает полученные результаты, иллюстративный материал отличается наглядностью</li><li>• ответы на вопросы комиссии сформулированы четко, с достаточной аргументацией и свидетельствуют о полном владении материалом исследования</li></ul> | Продвинутый                          | 87-100          | отлично                    |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• структура и оформление НД</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Базовый                              | 73-86           | хорошо                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |       |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|-------------------|
| <p>отвечает большинству предъявляемых требований</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• в работе отражены и обоснованы положения, выводы, подтверждены актуальность и значимость работы, но аргументация полученных выводов не достаточно полная, тема раскрыта</li> <li>• отзыв руководителя не содержит принципиальных замечаний</li> <li>• внешние отзывы не содержат принципиальных замечаний</li> <li>• результаты предварительного рассмотрения НКР в основном свидетельствуют о соответствии НД предъявляемым требованиям</li> <li>• представление работы в устном докладе отражает основные полученные результаты, иллюстративный материал отличается наглядностью</li> <li>• ответы на вопросы комиссии сформулированы четко, но с недостаточной аргументацией</li> </ul> |           |       |                   |
| <p>структура и оформление НД отвечает большинству предъявляемых требований</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выводы и положения в работе недостаточно обоснованы, не подтверждены актуальность и значимость работы, тема исследования раскрыта не достаточно полно</li> <li>• отзыв руководителя содержит не более двух принципиальных замечаний</li> <li>• внешние отзывы не содержат принципиальных замечаний</li> <li>• результаты предварительного рассмотрения НКР в основном свидетельствуют о соответствии НД предъявляемым требованиям</li> <li>• в устном докладе представлены основные полученные результаты, но есть недочеты в иллюстративном материале</li> <li>• ответы на вопросы комиссии свидетельствуют о недостаточно</li> </ul>                           | Пороговый | 50-72 | удовлетворительно |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |      |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|---------------------|
| полном владении материалом исследования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |      |                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• структура и оформление НД не отвечает большинству предъявляемых требований</li> <li>• выводы и положения в работе недостаточно обоснованы, не подтверждены актуальность и значимость работы, тема исследования не раскрыта</li> <li>• отзыв руководителя содержит принципиальные замечания</li> <li>• внешние отзывы содержат принципиальные замечания</li> <li>• результаты предварительного рассмотрения НКР в основном свидетельствуют о соответствии НД предъявляемым требованиям</li> <li>• представление работы в устном докладе не отражает основные полученные результаты, есть существенные недочеты в иллюстративном материале</li> <li>• ответы на вопросы комиссии свидетельствуют о недостаточном владении материалом исследования</li> </ul> | Ниже порогового | 0-49 | неудовлетворительно |