

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

\_\_\_\_\_  
Руководитель программы  
аспирантуры  
профессор В.А. Шпенет

**УТВЕРЖДАЮ**

\_\_\_\_\_  
Декан  
энергетического факультета  
профессор В.А. Шпенет

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**

<b>Область науки:</b>	2. Технические науки
<b>Группа научных специальностей:</b>	2.4. Энергетика и электротехника
<b>Научная специальность:</b>	2.4.2. Электротехнические комплексы и системы
<b>Отрасли науки:</b>	Технические
<b>Форма освоения программы аспирантуры:</b>	Очная
<b>Срок освоения программы аспирантуры:</b>	4 года
<b>Составитель:</b>	к.т.н., доц. Б.Ю. Васильев

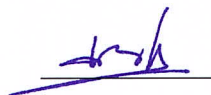
Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины** «Научные основы проектирования, эксплуатации и ремонта электромеханического оборудования отраслей промышленности» составлена в соответствии:

– с требованиями Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов» и Постановления Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре»;

– на основании учебного плана подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

**Составитель:**



к.т.н., доц. Б.Ю. Васильев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроэнергетики и электромеханики «19» мая 2022г., протокол №15/08.

**Рабочая программа согласована:**

Декан факультета аспирантуры  
и докторантуры



к.т.н. В.В. Васильев

Заведующий кафедрой  
электроэнергетики и электромеханики

д.т.н., проф. В.А. Шпенст

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель изучения дисциплины** – формирование у аспирантов знаний о современных направлениях развития в области электроприводов и их проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта, а также применения в различных отраслях промышленности, для целей обеспечения учебного процесса и научной работы; подготовка выпускников аспирантуры к самостоятельному решению профессиональных задач в области электропривода, связанных с проектированием, изготовлением, эксплуатацией и ремонтом электроприводов различных отраслей промышленности; формирование у аспирантов современного научного мировоззрения, развитие творческого технического мышления, овладение методами научных исследований в области современных и перспективных электроприводов.

### **Основные задачи дисциплины:**

- Способность развивать общую теорию электроприводов, изучать системные свойства и связи между элементами электроприводов, выполнять математическое, имитационное и компьютерное моделирование электроприводов;
- Умение выполнять обоснование совокупности технических, технологических, экономических, экологических и социальных критериев оценки при проектировании, создании и эксплуатации электроприводов различных отраслей промышленности;
- Навыки разработки, синтеза и оптимизации структур и алгоритмов управления электроприводов различных отраслей промышленности;
- Умение исследовать работоспособность и качество электроприводов в различных режимах с учетом особенностей их использования в различных отраслях промышленности;
- Приобретение навыков разработки подходов по безопасной и эффективной эксплуатации, утилизации и ликвидации электроприводов после выработки ими положенного ресурса.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Научные основы проектирования, эксплуатации и ремонта электромеханического оборудования отраслей промышленности» направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена, входит в составляющую «Элективные дисциплины (модули)» образовательного компонента программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы, направленности (профилю) «Электротехнические комплексы и системы» и изучается в 4 семестре.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

**знать** методы компьютерного проектирования и моделирования электротехнических комплексов и систем; методы и способы анализа и интерпретации современных научных достижений в области электротехнических комплексов и систем; методику проведения мероприятий по оценке эффективности управления электротехническими комплексами и системами; типовые режимы работы электроприводов различного назначения отраслей промышленности; особенности типовых режимов электроприводов различного назначения отраслей промышленности; основные направления развития и модернизации электроприводов различного назначения отраслей промышленности; способы безопасной и эффективной эксплуатации электроприводов различного назначения отраслей промышленности; способы утилизации и ликвидации электроприводов различного назначения отраслей промышленности.

**уметь:** применять свои профессиональные знания при проведении самостоятельных экспериментальных исследований в электротехнических комплексах и систем компьютерных технологий; анализировать работу электротехнических комплексов и систем; - определять режимы работы электроприводов различного назначения отраслей промышленности; исследовать технико-эксплуатационные характеристики электроприводов различного назначения отраслей промышленности; анализировать результаты исследования и формировать рекомендации по улучшению характеристик режимов работы электроприводов различного назначения отраслей промышленности; обеспечивать безопасной и эффективной эксплуатации электроприводов различного назначения отраслей промышленности; обеспечивать утилизацию и ликвидацию электроприводов различного назначения отраслей промышленности.

**владеть навыками:** разработки имитационных моделей электротехнических комплексов и систем; анализа и разработки способов и методов электротехнических комплексов и систем; оптимизации работы электротехнических комплексов и систем; методами исследования режимов работы электроприводов различного назначения отраслей промышленности; методами анализа, сравнения и прогнозирования технико-эксплуатационные характеристики электроприводов различного назначения отраслей промышленности; методами разработки рекомендаций по улучшению характеристик режимов работы электроприводов различного назначения отраслей промышленности; методами и навыками безопасной и эффективной эксплуатации электроприводов различного назначения отраслей промышленности; методами и навыками утилизации и ликвидации электроприводов различного назначения отраслей промышленности.

Уровень владения аспирантом знаниями, умениями и навыками по итогам освоения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Научные основы проектирования, эксплуатации и ремонта электромеханического оборудования отраслей промышленности» с учетом промежуточной аттестации по дисциплине составляет 72 академических часа, 2 зачётных единицы.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
Лекции	4	4
Практические занятия	8	8
<b>Самостоятельная работа аспирантов, в том числе</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Подготовка устных сообщений	24	24
<b>Трудоемкость дисциплины</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Вид промежуточной аттестации – дифференцированный зачет (ДЗ)	ДЗ (36)	ДЗ (36)
<b>Общая трудоемкость дисциплины с учетом промежуточной аттестации</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

## 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	Автоматизированные электроприводы промышленных предприятий	18	2	4	-	12
2.	Системы управления электроприводов промышленных предприятий	18	2	4	-	12
	<b>Итого:</b>	<b>36</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>24</b>

### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

Дисциплина включает 2 темы, содержание которых направлено на изучение современных направлений развития в области электроприводов и их проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта, а также применения в различных отраслях промышленности, для целей обеспечения учебного процесса и научной работы.

#### **Тема 1. Автоматизированные электроприводы промышленных предприятий**

Асинхронные двигатели. Синхронные двигатели с постоянными магнитами. Вентильно-индукторные двигатели. Электродвигатели тяговых электроприводов. Электродвигатели высокооборотных и тихоходных электроприводов. Электродвигатели следящих (высокоточных) электроприводов. Энергоэффективные электродвигатели. Электродвигатели специального изготовления для отраслей промышленности.

Непосредственные матричные преобразователи частоты. Двухтрансформаторные преобразователи частоты. Двухзвенные многоуровневые преобразователь частоты. Каскадные многоуровневые преобразователи частоты. Модульные многоуровневые преобразователи частоты. Распределенные преобразователи частоты с высоковольтной линией постоянного тока. Составные преобразователи частоты электроприводов с многообмоточными электродвигателями. Активные выпрямители высоковольтных преобразователей частоты. Активные фильтры высоковольтных преобразователей частоты. Активные полупроводниковые преобразователи электроэнергетических систем. Активные полупроводниковые преобразователи источников электроэнергии автономных систем с электроприводами.

Многодвигательные электроприводы машин и установок различных отраслей промышленности. Классификация многодвигательных электроприводов. Особенности многодвигательных электроприводов. Режимы работы многодвигательных электроприводов. Многодвигательные электроприводы с общим преобразователем частоты. Многодвигательными электроприводы с индивидуальными преобразователями частоты. Многоинверторные преобразователями частоты. Многодвигательные электроприводы с общей нагрузкой приводных машин. Системы управления многодвигательных электроприводов с общей нагрузкой.

Методы математического и имитационного моделирования электроприводов. Методы принятия и снятия допущений при математическом и имитационном моделировании. Методы составления эквивалентных схем и схема замещения элементов электроприводов и электропривода в целом. Методы составления аналитических уравнений математического описания электроприводов. Методы составления структурных схем математических моделей и способов их упрощения. Методы расчета математических моделей электроприводов. Программные средства расчета имитационных моделей электроприводов. Методы анализа результатов расчета имитационных моделей электроприводов.

***Самостоятельная работа.***

Освоение пакетов специализированных прикладных программ.

Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины по заданию преподавателя.

**Тема 2. Системы управления электроприводов промышленных предприятий**

Структура системы управления электропривода. Классификация алгоритмов систем управления электропривода. Алгоритмы пространственно-векторных систем модуляции. Алгоритмы релейной систем модуляции. Алгоритмы модуляции преобразователей вентильно-индукторных электроприводов. Алгоритмы управления асинхронными двигателями. Алгоритмы управления синхронными двигателями. Алгоритмы управления вентильно-индукторными двигателями. Алгоритмы управления активными выпрямителями электроприводов. Алгоритмы управления активными фильтрами электроприводов. Алгоритмы управления многодвигательных электроприводов.

Дефекты приводных двигателей и преобразователей частоты электроприводов. Развитие дефектов электроприводов. Основные параметры дефектов электроприводов. Методы идентификации дефектов электроприводов. Методы оценки остаточного ресурса электроприводов. Технические средства реализации систем диагностики электроприводов. Алгоритмы систем диагностики электроприводов.

Проблема энергосбережения и совместимости электроприводов. Классификация энергосберегающих мероприятий в электроприводах. Технико-экономическое обоснование энергосберегающих мероприятий в электроприводах. Электромагнитная совместимость в электроприводах. Способы обеспечения электромагнитной совместимости электроприводах. Электромеханическая совместимость в электроприводах. Шумы и вибрации элементов электроприводов. Способы обеспечения электромеханической совместимости электроприводах. Энергетическая совместимость в электроприводах. Обеспечения энергетической развязки электроприводов с сетью. Регулирование потоков тормозной мощности электроприводов. Регулирование потоков потребляемой мощности электроприводов. Проблема длинного кабеля в электроприводах. Способы обеспечения энергетической совместимости электроприводах.

Микропроцессорные системы электроприводов. Полупроводниковые модули преобразователей частоты электроприводов. Протоколы связи микропроцессоров систем управления электроприводов. Способы разработки программного обеспечения электроприводов. Использование пакетов прикладных программ при разработке электроприводов.

***Самостоятельная работа.***

Освоение пакетов специализированных прикладных программ.

Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины по заданию преподавателя.

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,  
ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ**

При изучении дисциплины «Научные основы проектирования, эксплуатации и ремонта электромеханического оборудования отраслей промышленности» применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки аспирантов.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия**, цель которых углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы аспиранта. На практических занятиях аспиранты делают краткие устные сообщения о результатах самостоятельной работы с последующим обсуждением при участии преподавателя.

**Консультации** (текущая консультация, накануне дифференцированного зачета) является одной из форм руководства учебной работой аспирантов и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа** аспирантов направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим практическим занятиям и промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Проведение текущего контроля успеваемости**

Текущий контроль используется для оценки хода и уровня достижения аспирантом планируемых результатов освоения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса, консультирования аспирантов и проверки выполнения самостоятельной работы.

Основными формами текущего контроля по дисциплине являются:

- устный опрос аспиранта по контрольным вопросам (устный ответ);
- устное сообщение аспиранта о результатах выполненной самостоятельной работы (устный ответ).

### **6.2. Примерный перечень вопросов для текущего контроля успеваемости**

#### **Тема 1. Автоматизированные электроприводы промышленных предприятий**

1. Какие типы двигателей используются в современных электроприводах?
2. В чем заключаются преимущества асинхронных двигателей?
3. В чем заключаются особенности использования вентильно-индукторных двигателей?
4. Какие типы двигателей изготавливаются по энергосберегающим технологиям?
5. Какие типы двигателей используются в высокооборотных электроприводах и в чем их особенность?
6. В чем заключаются главные отличия тяговых электродвигателей от общепромышленных?

7. В каких электротехнических комплексах и системах используются тяговые электроприводы?
8. Как классифицируются преобразователи частоты электроприводах переменного тока?
9. Какие типы преобразователей частоты используются в низковольтных электроприводах?
10. Какие типы преобразователей частоты используются в высоковольтных электроприводах?
11. Как устроен двухтрансформаторный преобразователь частоты?
12. Как устроен каскадный преобразователь частоты?
13. Как устроен модульный многоуровневый преобразователь частоты?
14. Какие типы активных выпрямителей используются в электроприводах?
15. В чем заключается принцип работы активного выпрямителя?
16. Какие типы преобразователей используются в электроэнергетических системах?
17. Какие типы преобразователей входят в электроприводы автономных электроэнергетических систем?
18. В каких типах промышленных установок используются многодвигательные электроприводы?
19. Какие типы преобразователей частоты используются в многодвигательных электроприводах?
20. Как устроен многодвигательный электропривод с общим преобразователем частоты?
21. Как устроен многодвигательный электропривод с индивидуальными преобразователями частоты?
22. Как устроен многоинверторный преобразователь частоты?
23. В чем заключаются особенности многодвигательных электроприводов с общей нагрузкой приводных машин?
24. В чем заключаются особенности систем управления многодвигательных электроприводов с общей нагрузкой.
25. Какие допущения принимаются при математическом моделировании автономных инверторов?
26. Как выглядит математическое описание двухуровневого автономного инвертора?
27. Как выглядит математическое описание трехуровневого автономного инвертора?
28. Какие программные средства используются для расчета имитационных моделей электроприводов?
29. Какие методы анализа результатов расчета имитационных моделей электроприводов используются в современных электроприводах?
30. Какую структуру имеет систем управления электропривода?
31. Как классифицируются алгоритмы систем управления электропривода?
32. Какую структуру имеет алгоритм пространственно-векторных систем модуляции?
33. Какую структуру имеет алгоритм релейной систем модуляции?
34. Какую структуру имеет алгоритм модуляции преобразователей вентильно-индукторных электроприводов?
35. Какую структуру имеет алгоритм управления асинхронными двигателями?
36. Какую структуру имеет алгоритм управления синхронными двигателями?
37. Какую структуру имеет алгоритм управления вентильно-индукторными двигателями?



38. Какую структуру имеет алгоритм управления активными выпрямителями электроприводов?
39. Какую структуру имеет алгоритм управления активными фильтрами электроприводов?
40. Какую структуру имеет алгоритм управления многодвигательных электроприводов?
41. Какие дефекты могут возникать в приводных двигателях и преобразователях частоты электроприводов?
42. Как развиваются дефекты электроприводов?
43. Какими основными параметрами характеризуются дефекты электроприводов?
44. Какие методы используются для идентификации дефектов электроприводов?
45. Какие методы используются для оценки остаточного ресурса электроприводов?
46. Какие технические средства используются для реализации систем диагностики электроприводов?
47. Какие алгоритмы используются в системах диагностики электроприводов?
48. В чем заключаются основные проблемы энергосбережения и совместимости электроприводов?
49. Какие энергосберегающие мероприятия используются в электроприводах.
50. Что такое электромагнитная совместимость?
51. Какие способы используются для обеспечения электромагнитной совместимости электроприводов?
52. Что такое электромеханическая совместимость?
53. Какие способы используются для обеспечения электромеханической совместимости электроприводов?
54. Что такое энергетическая совместимость?
55. Как обеспечивается энергетическая развязка электроприводов с сетью.
56. Как обеспечивается регулирование потоков тормозной мощности электроприводов?
57. Как обеспечивается регулирование потоков потребляемой мощности электроприводов?
58. В чем заключается проблема длинного кабеля?
59. Какие микропроцессорные системы используются в электроприводах?
60. Какие протоколы связи микропроцессоров используются в системах управления электроприводов?

## **Тема 2. Системы управления электроприводов промышленных предприятий**

1. Какие типы двигателей используются в современных электроприводах?
2. В чем заключаются преимущества асинхронных двигателей?
3. В чем заключаются особенности использования вентильно-индукторных двигателей?
4. Какие типы двигателей изготавливаются по энергосберегающим технологиям?
5. Какие типы двигателей используются в высокооборотных электроприводах и в чем их особенность?
6. В чем заключаются главные отличия тяговых электродвигателей от общепромышленных?
7. В каких электротехнических комплексах и системах используются тяговые электроприводы?
8. Как классифицируются преобразователи частоты электроприводов переменного тока?
9. Какие типы преобразователей частоты используются в низковольтных электроприводах?
10. Какие типы преобразователей частоты используются в высоковольтных электроприводах?

11. Как устроен двухтрансформаторный преобразователь частоты?
12. Как устроен каскадный преобразователь частоты?
13. Как устроен модульный многоуровневый преобразователь частоты?
14. Какие типы активных выпрямителей используются в электроприводах?
15. В чем заключается принцип работы активного выпрямителя?
16. Какие типы преобразователей используются в электроэнергетических системах?
17. Какие типы преобразователей входят в электроприводы автономных электроэнергетических систем?
18. В каких типах промышленных установок используются многодвигательные электроприводы?
19. Какие типы преобразователей частоты используются в многодвигательных электроприводах?
20. Как устроен многодвигательный электропривод с общим преобразователем частоты?
21. Как устроен многодвигательный электропривод с индивидуальными преобразователями частоты?
22. Как устроен многоинверторный преобразователь частоты?
23. В чем заключаются особенности многодвигательных электроприводов с общей нагрузкой приводных машин?
24. В чем заключаются особенности систем управления многодвигательных электроприводов с общей нагрузкой.
25. Какие допущения принимаются при математическом моделировании автономных инверторов?
26. Как выглядит математическое описание двухуровневого автономного инвертора?
27. Как выглядит математическое описание трехуровневого автономного инвертора?
28. Какие программные средства используются для расчета имитационных моделей электроприводов?
29. Какие методы анализа результатов расчета имитационных моделей электроприводов используются в современных электроприводах?
30. Какую структуру имеет систем управления электропривода?
31. Как классифицируются алгоритмы систем управления электропривода?
32. Какую структуру имеет алгоритм пространственно-векторных систем модуляции?
33. Какую структуру имеет алгоритм релейной систем модуляции?
34. Какую структуру имеет алгоритм модуляции преобразователей вентильно-индукторных электроприводов?
35. Какую структуру имеет алгоритм управления асинхронными двигателями?
36. Какую структуру имеет алгоритм управления синхронными двигателями?
37. Какую структуру имеет алгоритм управления вентильно-индукторными двигателями?
38. Какую структуру имеет алгоритм управления активными выпрямителями электроприводов?
39. Какую структуру имеет алгоритм управления активными фильтрами электроприводов?
40. Какую структуру имеет алгоритм управления многодвигательных электроприводов?
41. Какие дефекты могут возникать в приводных двигателях и преобразователях частоты электроприводов?
42. Как развиваются дефекты электроприводов?
43. Каким основными параметрами характеризуются дефекты электроприводов?
44. Какие методы используются для идентификации дефектов электроприводов?
45. Какие методы используются для оценки остаточного ресурса электроприводов?
46. Какие технические средства используются для реализации систем диагностики

- электроприводов?
47. Какие алгоритмы используются в системах диагностики электроприводов?
  48. В чем заключаются основные проблемы энергосбережения и совместимости электроприводов?
  49. Какие энергосберегающие мероприятия используются в электроприводах.
  50. Что такое электромагнитная совместимость?
  51. Какие способы используются для обеспечения электромагнитной совместимости электроприводах?
  52. Что такое электромеханическая совместимость?
  53. Какие способы используются для обеспечения электромеханической совместимости электроприводах?
  54. Что такое энергетическая совместимость?
  55. Как обеспечивается энергетическая развязка электроприводов с сетью.
  56. Как обеспечивается регулирование потоков тормозной мощности электроприводов?
  57. Как обеспечивается регулирование потоков потребляемой мощности электроприводов?
  58. В чем заключается проблема длинного кабеля?
  59. Какие микропроцессорные системы используются в электроприводах?
  60. Какие протоколы связи микропроцессоров используются в системах управления электроприводов?

### 6.3. Критерии оценивания устных ответов аспирантов

Развернутый ответ аспиранта должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

При оценке устного ответа аспиранта необходимо руководствоваться следующими критериями:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изучаемого материала;
- 3) знание терминологии и правильное ее использование;
- 4) соответствие требованиям рабочей программы по дисциплине.

Оценки за дифференцированный зачет выставляются, исходя из следующих критериев:

— **«отлично» (5)**: если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал лекций и демонстрирует это при ответе на вопросы, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, использует обширный материал разнообразных источников, излагает свою позицию, хорошо ее объясняя и обосновывая;

— **«хорошо» (4)**: если обучающийся твердо знает программный материал, не допускает существенных неточностей в его изложении, использует ограниченный круг источников, вместо своей позиции излагает одну из стандартных, не подкрепляя ее хорошо подобранными обоснованиями;

— **«удовлетворительно» (3)**: если обучающийся поверхностно усвоил основной материал лекций, не знает деталей, допускает неточности, привлекает мало материала из источников, пользуясь, в основном, стандартными учебниками и формулировками;

— **«неудовлетворительно» (2)**: если обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями отвечает на вопросы.

#### **6.4. Проведение промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета**

Сдача аспирантом дифференцированного зачета по дисциплине «Научные основы проектирования, эксплуатации и ремонта электромеханического оборудования отраслей промышленности» осуществляется в порядке, утвержденном Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

### **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»**

#### **7.1. Основная литература**

1. Фролов Ю.М., Шелякин В.П. Проектирование электропривода промышленных механизмов. Издательство "Лань", 2014г., 448с. <https://e.lanbook.com/book/44766>
2. Фролов Ю.М., Шелякин В.П. Регулируемый асинхронный электропривод: учебник. Издательство "Лань", 2018г., 464с. <https://e.lanbook.com/book/102251>
3. Терехин В.Б., Дементьев Ю.Н. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink: Томский политехнический университет, 2015г., 307с. <https://e.lanbook.com/book/101650>
4. Фурсов В.Б. Моделирование электропривода: учебное пособие. Издательство "Лань", 2019г., 220с. <https://e.lanbook.com/book/121467>

#### **7.2. Дополнительная литература**

1. Управление техническими системами : учеб. пособие / О. М. Большунова. - СПб. : Горн. ун-т, 2012. - 44 с. : ил. - Библиогр.: с. 43 Электронный ресурс [http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%D0%90%2088183%2F%D0%91%2079%2D795074<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088183%2F%D0%91%2079%2D795074<.>)
2. Управление техническими системами: учеб. пособие / О. М. Большунова. - СПб. : Горн. ун-т, 2013. - 87 с. Электронный ресурс [http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%2D481759<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%2D481759<.>)
3. Электрический привод. Моделирование приводов с векторным управлением горного оборудования : учеб. пособие / В. В. Алексеев, А. Е. Козярук, С. В. Бабурин. - СПб. : Горн. ун-т, 2013. - 57 с. Электронный ресурс [http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%D0%90%2088692%2F%D0%90%2047%2D951253<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088692%2F%D0%90%2047%2D951253<.>)

#### **7.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта**

- Методические указания для самостоятельной работы аспирантов;
- Методические указания по практическим занятиям.

#### **7.4. Ресурсы сети «Интернет»**

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».
2. Библиотека ГОСТов [www.gostrf.com](http://www.gostrf.com).
3. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>
4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России. <http://www.gpntb.ru/>
5. Каталог образовательных интернет ресурсов <http://www.edu.ru/modules.php>

6. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>, <http://www.zodchii.ws/>, <http://www.tehlit.ru/>.

7. Специализированный портал по информационно-коммуникационным технологиям в образовании <http://www.ict.edu.ru>

#### **7.5. Электронно-библиотечные системы:**

-ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>

-ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>

-ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>

-ЭБС «ZNANIUM.COM» <https://znanium.com>

-ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>

-ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>

-Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark -SQL»  
<https://informsystema.ru>

-Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64» <https://elnit.org>

#### **7.6. Информационные справочные системы:**

1. Система ГАРАНТ: информационный правовой портал [Электронный ресурс]. – Электр.дан. <http://www.garant.ru/>

2. Консультант Плюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. – Электр.дан. [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)

3. ООО «Современные медиа-технологии в образовании и культуре». <http://www.informio.ru/>.

4. Программное обеспечение Норма CS «Горное дело и полезные ископаемые» <https://softmap.ru/normacs/normacs-gornoe-delo-i-poleznye-iskopaemye/>

5. Информационно-справочная система «Техэксперт: Базовые нормативные документы» <http://www.cntd.ru/>.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Аудитории для проведения лекционных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации**

Аудитория для проведения лекционных занятий: 69 посадочных мест, Стул – 70 шт., стол – 21 шт., доска маркерная – 2 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

Аудитория для самостоятельной работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: 13 посадочных мест, Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

## **8.2. Помещения для самостоятельной работы**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

## **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.