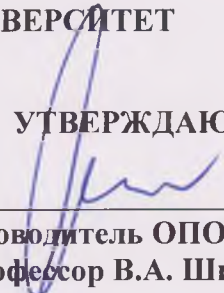


ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ


Руководитель ОПОП ВО
Профессор В.А. Шпенст

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО
ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

Уровень высшего образования:	Подготовка кадров высшей квалификации
Направление подготовки:	13.06.01 Электро- и теплотехника
Направленность (профиль):	Электротехнические комплексы и системы
Форма обучения:	очная
Нормативный срок обучения:	4 года
Составитель:	д.т.н., профессор А.Е. Козярук

Санкт-Петербург

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические рекомендации разработаны на основе рабочей программы дисциплины «ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ» предназначены для самостоятельного изучения аспирантами.

Процесс изучения дисциплины обучающимися направлен на закрепление формирования профессиональной компетенций:

- способность разработки, структурного анализа и параметрического синтеза электротехнических комплексов и систем, их оптимизации, а также разработки алгоритмов эффективного управления (ПК-3);

- способность проводить исследования электротехнических комплексов и систем в различных режимах функционирования при разнообразных внешних воздействиях (ПК-4);

- способность разрабатывать предложения по безопасной и эффективной эксплуатации электротехнических комплексов и систем (ПК-5).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен демонстрировать способность и готовность:

в научно-исследовательской деятельности:

- проводить теоретические и экспериментальные исследования в области электротехнических наук;
- эксплуатировать современное исследовательское оборудование и приборы;
- проводить физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем.

в научно-инновационной деятельности (в соответствии с профилем подготовки):

- анализировать и систематизировать информацию о новейших разработках и проблемах в области электротехнических наук;
- разрабатывать новые методы исследований;
- иметь навыки оценки эффективности деятельности предприятий промышленности в области эксплуатации электротехнических установок и комплексов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Самостоятельная работа – обязательная и неотъемлемая часть учебной работы аспиранта, направленная на:

- систематизацию, закрепление, углубление и расширение полученных теоретических знаний и практических умений;
- формирование умений использовать различные информационные источники: нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, творческой инициативы, ответственности и организованности;
развитие исследовательских умений.

Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об излагаемых вопросах, а также отмечать трудные или неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения и подходы к решению практических задач.

Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее основные понятия, новые незнакомые термины и названия, математические зависимости и их выводы и т.п. Весьма целесообразно пытаться систематизировать учебный материал, проводить обобщение разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Такая методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала.

Изучая курс, полезно обращаться и к предметному указателю в конце книги и к глоссарию (словарю терминов). Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к промежуточной аттестации.

Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением упражнений и решением задач. Решение задач – один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Теория электропривода	<p>Функции, выполняемые общепромышленным и тяговым приводом, и его обобщенные функциональные схемы. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах.</p> <p>Электромеханические свойства двигателей постоянного тока, асинхронных, синхронных и шаговых двигателей.</p> <p>Нагрузка двигателя. Сопряжение двигателя с рабочим механизмом.</p> <p>Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов. Построение адекватных моделей с использованием компьютерных технологий.</p> <p>Переходные процессы в электроприводах. Линейные и нелинейные системы, передаточные и переходные функции электропривода.</p> <p>Обобщенный алгоритм компьютерного моделирования линейных или нелинейных систем автоматизированного электропривода; представление и обработка результатов моделирования.</p> <p>Многодвигательные электромеханические системы.</p> <p>Тяговые электроприводы.</p> <p>Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя.</p> <p>Электропривод конвейерных установок.</p> <p>Электроприводы одноковшовых экскаваторов.</p> <p>Электроприводы установок рудничного подъема.</p> <p>Электроприводы турбомеханизмов. Электропривод буровых станков. Тяговый электропривод карьерных самосвалов.</p>	8
2.	Автоматическое управление электроприводом	<p>Основные функции и структуры автоматического управления электроприводом. Типовые, функциональные схемы и типовые системы, осуществляющие автоматический пуск, стабилизацию</p>	8

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудое мкость в ак. часах
		<p>скорости, реверс и остановку электродвигателей. Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ) при заданном рабочем механизме. Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ. Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления электроприводов с частотными преобразователями. Структурные схемы и алгоритмы скалярного управления частотно-регулируемых электроприводов. Структурные схемы векторной системы управления с датчиком скорости и без датчика скорости. Стабилизирующие системы управления электроприводами. Следящие САУ непрерывного и дискретного действия. Оптимальные и инвариантные САУ. Цифровые САУ. Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления. Алгоритмы адаптации в электроприводах. Надежность и техническая диагностика электроприводов.</p>	
3.	Теория и принципы работы комплексных узлов электрооборудования	<p>Научные основы и принципы работы наиболее распространенных комплектных узлов электрооборудования. Преобразователи напряжения, в том числе: генераторы и электромашинные преобразователи, управляемые вентильные преобразователи постоянного и переменного тока в постоянный, инверторы, непосредственные преобразователи частоты переменного тока и др. Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования подвижных объектов. Контактные и бесконтактные узлы электродвигателей постоянного и переменного тока, работающие в непрерывных, релейных и импульсных режимах. Элементная база силовых цепей электрооборудования (контакты, резисторы, силовые полупроводниковые приборы).</p>	8
4.	Электрооборудование для	Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии.	8

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудое мкость в ак. часах
	электрообеспечение промышленных предприятий	<p>Электрические нагрузки и закономерности изменения их во времени. Использование теории случайных процессов для представления основных параметров нагрузки. Основы теории прогнозирования и динамики потребления электрической энергии.</p> <p>Тяговые подстанции и их принципиальные особенности; типы тяговых подстанций электротранспорта.</p> <p>Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования.</p> <p>Выбор систем и схем электрообеспечения.</p> <p>Современные методы оптимизации систем электрообеспечения, критерии оптимизации.</p> <p>Характерные схемы электрообеспечения. Выбор напряжения в системах электрообеспечения</p> <p>Блуждающие токи и коррозия подземных сооружений. Защита от блуждающих токов.</p> <p>Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты. Принципы автоматического повторного включения.</p> <p>Качество электрической энергии. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов.</p> <p>Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии с питающей сетью.</p> <p>Средства улучшения показателей качества электроэнергии. Компенсация реактивной мощности в электроприводах и системах электрообеспечения.</p> <p>Технико-экономические расчеты в системах электрообеспечения и использование для этих целей современных компьютерных технологий.</p> <p>Теория надежности и техническая диагностика в электрообеспечении и преобразовании электрической энергии. Теория малых выборок, и ее использование в практике расчетов.</p> <p>Заземление электроустановок, молниезащита промышленных объектов.</p> <p>Допустимые перегрузки элементов преобразовательных подстанций в системах электрообеспечения; прогнозирование перегрузок.</p> <p>Методика расчета потерь мощности в системах электрообеспечения. Нормирование энергопотребления.</p>	

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Теория электропривода	Построение адекватных моделей электромеханических систем с электродвигателями разных типов с использованием компьютерных технологий.	4
2	Автоматическое управление электроприводом	Моделирование систем автоматического управления электроприводами постоянного и переменного тока. Моделирование скалярного управления частотно-регулируемого электропривода. Моделирование векторной системы автоматического управления электропривода с датчиком скорости и без датчика скорости.	6
3	Теория и принципы работы комплексных узлов электрооборудования	Моделирование комплексных узлов электрооборудования.	4
4	Электрооборудование для электроснабжения промышленных предприятий	Выбор системы и схемы электроснабжения на базе современных методов оптимизации. Применение современных подходов к оценке качества электроэнергии. Оценка надежности системы электроснабжения.	6

РЕКОМЕНДОВАННАЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Сизганова Е. Ю. Техноценозы в электротехнических системах и комплексах [Электронный ресурс] : монография / Е. Ю. Сизганова, Т. М. Чупак, А. Ю. Южанников. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 272 с. - ISBN 978-5-7638-2554-1. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/440898>

2. Москаленко В. В. Электрический привод: Учебник / Москаленко В.В. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 400 с.эл.<http://znanium.com/catalog/product/443646>

3. Аксенов М. И. Моделирование электропривода: учебное пособие - М.:НИЦ ИН-ФРА-М, 2016. - 135 с.эл.<http://znanium.com/catalog/product/452126>

Дополнительная:

1. Фролов, Ю.М. Проектирование электропривода промышленных механизмов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 448 с.эл.<https://e.lanbook.com/book/44766>

2. Суворин А. В. Электротехнологические установки: учебное пособие [Электронный ресурс]: Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. – 376 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=229391&sr=1

3. Лысаков А. А. Электротехнология: курс лекций: Учебное пособие [Электронный ресурс]:— Ставрополь, 2013 – 124 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=277459&sr=1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

- Методические указания для самостоятельной работы аспирантов;
- Индивидуальное задание по дисциплине.

Ресурсы сети «Интернет»

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».
2. Библиотека ГОСТов 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. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>,
<http://www.zodchii.ws/>, <http://www.tehlit.ru/>.

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

Современные профессиональные базы данных:

- Электронная база данных Scopus <https://scopus.com>
- «Clarivate Analytics» <https://Clarivate.com>
- «Springer Nature» <http://100k20.ru/products/journals/>

Информационные справочные системы:

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>.
2. Электронно-периодический справочник «Система Гарант» <http://www.garant.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/>

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Раздел 1.

1. Электромеханические свойства двигателя постоянного тока.
2. Электромеханические свойства асинхронного двигателя.
3. Электромеханические свойства синхронного двигателя.
4. Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с двигателями постоянного тока.
5. Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с асинхронными электродвигателями.
6. Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с синхронными электродвигателями.
7. Переходные процессы в электроприводах.
8. Линейные и нелинейные системы, передаточные и переходные функции электропривода.
9. Алгоритмы компьютерного моделирования линейных или нелинейных систем автоматизированного электропривода
10. Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя.
11. Электропривод конвейерных установок.
12. Электроприводы одноковшовых экскаваторов.
13. Электроприводы установок рудничного подъема.
14. Электроприводы турбомеханизмов.
15. Электропривод буровых станков.
16. Тяговый электропривод карьерных самосвалов.
17. Основные функции и структуры систем автоматического управления электроприводом.
18. Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока.
19. Структурные схемы и алгоритмы скалярного управления частотно-регулируемых электроприводов.
20. Структурные схемы векторной системы управления с датчиком скорости и без датчика скорости.
21. Следящие САУ непрерывного и дискретного действия.
22. Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления. Алгоритмы адаптации в электроприводах.
23. Надежность и техническая диагностика электроприводов.
24. Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии.
25. Электрические нагрузки и закономерности изменения их во времени.
26. Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования.
27. Выбор систем и схем электроснабжения.
28. Характерные схемы электроснабжения. Выбор напряжения в системах электроснабжения.
29. Блуждающие токи и коррозия подземных сооружений. Защита от блуждающих токов.

30. Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты. Принципы автоматического повторного включения.
31. Качество электрической энергии. Средства улучшения показателей качества электроэнергии.
32. Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии с питающей сетью.
33. Компенсация реактивной мощности в электроприводах и системах электроснабжения.
34. Техничко-экономические расчеты в системах электроснабжения и использование для этих целей современных компьютерных технологий.
35. Заземление электроустановок, молниезащита промышленных объектов.
36. Научные основы и принципы работы наиболее распространенных комплектных узлов электрооборудования.
37. Преобразователи напряжения.
38. Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования подвижных объектов.
39. Контактные и бесконтактные узлы электродвигателей постоянного и переменного тока, работающие в непрерывных, релейных и импульсных режимах.
40. Элементная база силовых цепей электрооборудования.