

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Государственное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени В.И. Ленина**

**ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ КАДРОВ  
(ИПК и ПК)**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Президент СРО НП СОЮЗАТОМ СТРОЙ

\_\_\_\_\_ В.С. Опекунов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Ректор ИГЭУ,  
д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ С.В. Тарарыкин

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

**ПРОГРАММА**

**повышения квалификации инженерно-технических работников  
СОЮЗАТОМСТРОЙ**

**«Пусконаладочные работы электрических машин и электроприводов»**

Директор ИПК и ПК  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ С.Л. Озерова

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

**Иваново 2012**

## Учебно-тематический план

**Категория:** Инженерно-технические работники организаций СОЮЗАТОМСТРОЙ.

**Программа:** «Пусконаладочные работы электрических машин и электроприводов»

**Лицензионное направление**

**Цель обучения:** Изучение требований нормативных документов по организации пусконаладочных работ электродвигателей и электроприводов. Ознакомление с функциональными, структурными и конструктивными особенностями современного электропривода. Формирование навыков настройки и обслуживания автоматизированного электропривода.

**Продолжительность обучения:** 72 час

№	Наименование разделов и тем	Всего часов	В том числе		Форма контроля знаний Тестовый экзамен
			Аудиторное обучение (лаб. работы)	Обучение с применением ДОТ	
1.	<b>Общие вопросы обеспечения пусконаладочных работ электрических двигателей и электроприводов.</b> Тема 1. Нормативная база пусконаладочных работ электрических двигателей и электроприводов. Тема 2. Этапы пусконаладочных работ	6	4	2	
2.	<b>Функциональный и конструктивный состав современных электроприводов</b> Тема 3. Конструкции, принцип действия и характеристики асинхронных и синхронных электродвигателей. Тема 4. Основная номенклатура и области применения электроприводов переменного тока. Тема 5. Принципы построения, типовые структуры и функциональные схемы современного автоматизированного электропривода. Тема 6. Энергосбережение средствами автоматизированного электропривода Тема 7. Принципы частотного регулирования скорости двигателей переменного тока	26	16 (8)	10	
3.	<b>Монтаж и наладка электродвигателей и современных электроприводов</b> Тема 8. Особенности монтажа и наладки асинхронных и синхронных электродвигателей. Тема 9. Монтаж элементов электропривода с учетом электромагнитной совместимости, помехозащищенности и требований надежности. Тема 10. Монтаж элементов механической части электропривода. Тема 11. Настройка и наладка серийного векторно-управляемого электропривода (на примере электропривода ЭПВ). Тема 12. Монтаж, наладка и обслуживание высоковольтного преобразователя частоты	40	32 (20)	8	
	Итоговый контроль знаний				
	<b>Всего</b>	<b>72</b>	52 (28)	20	

## Целевая установка

В результате изучения материалов программы «Пусконаладочные работы электрических машин и электроприводов» слушатели должны:

### **Знать:**

- назначение, состав, содержание и порядок разработки проектной, приемо-сдаточной и эксплуатационной документации на электроприводы;
- основные материалы, инструменты и технические средства, используемые при монтажно-наладочных работах и техническом обслуживании электродвигателей и современных электроприводов;
- функциональный и конструктивный состав современных электроприводов;
- способы, методы предупреждения, диагностирования и устранения возникающих отказов при работе электродвигателей и современных электроприводов;

### **Уметь:**

- пользоваться стандартами при выполнении технической документации, использовать стандартную терминологию;
- проводить пусконаладочные работы и работы по диагностированию работоспособности электродвигателей и электроприводов с учетом требований нормативных документов;
- организовывать, планировать и управлять монтажными, пусконаладочными работами;
- использовать полученные знания, умения и навыки в своей профессиональной деятельности при решении практических задач проектирования и эксплуатации электрических приводов.

### **Иметь понятие:**

- о способах настройки и наладки серийно выпускаемых электроприводов;
- методами расчета и анализа схем основных узлов силового и информационного каналов электроприводов.

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### **РАЗДЕЛ 1. Общие вопросы обеспечения пусконаладочных работ электрических двигателей и электроприводов.**

#### **Тема 1 Нормативная база пусконаладочных работ электрических двигателей и электроприводов.**

Нормативной базой пусконаладочных работ электрических двигателей и электроприводов являются: Правила устройств электроустановок 2003 года, Правила эксплуатации электроустановок. 2002 г, Правила технической эксплуатации и безопасности. 2002 г., Строительные нормы и правила СН и П 3.05.06-85 Электротехнические Установки. Для проведения пусконаладочных работ используются: Строительные нормы и правила СН и П 4.06-91 «Сборник расчетов на монтаж оборудования» Сборник 8 «Электротехнические установки», Государственные элементные сметные нормы на пусконаладочные работы ГЭСНп-2001 Сборник №1. Электротехнические устройства и Электротехнические устройства. Выпуск 1. Сборники ресурсных сметных норм на пусконаладочные работы. Сборник 1.

#### **Тема 2.Этапы пусконаладочных работ.**

Пусконаладочные работы, сопровождающие электромонтажные работы, представляют собой комплекс работ, включающий проверку, настройку и испытания электрооборудования с целью обеспечения его проектных параметров и режимов. Четыре этапа пусконаладочных работ: подготовительный, отдельные наладочные работы, индивидуальные испытания электрооборудования, комплексные испытания электропривода и рабочей машины.

## **РАЗДЕЛ 2. Функциональный и конструктивный состав современных электроприводов**

### **Тема 3. Конструкции, принцип действия и характеристики асинхронных и синхронных электродвигателей.**

Основные элементы конструкции машин переменного тока. Электродвижущая и магнитодвижущая сила машины переменного тока. Принцип действия асинхронного двигателя. Характеристики асинхронного двигателя. Принцип действия синхронного двигателя. Характеристики синхронного двигателя.

### **Тема 4. Основная номенклатура и области применения автоматизированных электроприводов.**

Унифицированная система электроприводов (комплектные электроприводы). Блочномодульные принципы комплектования автоматизированных электроприводов. Электроприводы переменного тока и постоянного тока. Средства управления и программирования электроприводов.

### **Тема 5. Принципы построения, типовые структуры и функциональные схемы современного автоматизированного электропривода.**

Функциональный состав современных электроприводов. Конструктивная иерархия электроприводов. Объединение элементов различных конструктивных уровней в единое функциональное устройство с помощью электрического и механического монтажа.

### **Тема 6. Энергосбережение средствами автоматизированного электропривода**

Основные методы сбережения электроэнергии в автоматизированных электроприводах технологических агрегатов и комплексов:

- применение вместо нерегулируемых электроприводов регулируемых;
- применение силовых модулей регулируемых электроприводов;
- исключение режимов пуска и торможения технологических агрегатов и комплексов в результате применения дополнительных механизмов с регулируемыми электроприводами;
- использование адаптивных методов управления режимами электроприводов исполнительных органов технологических и транспортных машин.

### **Тема 7. Принципы частотного регулирования скорости двигателей переменного тока**

Развитие низковольтного частотно – регулируемого электропривода. Состав и принципы действия низковольтных и высоковольтных преобразователей частоты с автономными инверторами тока и напряжения. Состав, схема и функциональные возможности комплектного высоковольтного частотного электропривода (На примере ВЧРП). Современные полупроводниковые приборы для высоковольтных преобразователей частоты. Основные принципы широтно – импульсной модуляции в инверторах тока и напряжения. Микропроцессорное управление преобразователями частоты.

## **Раздел 3. Монтаж и наладка электродвигателей и современных электроприводов**

### **Тема 8. Особенности монтажа и наладки асинхронных и синхронных электродвигателей**

Подготовительные работы:

- готовность к работе подъемно-транспортных средств в зоне монтажа электрических машин
- подбор и испытания такелажа (лебедки, тали, блоки, домкраты);
- подбор комплектов механизмов, приспособлений

Применение инструкциями предприятий-изготовителей.

Проведении испытаний по окончании монтажа прибывших в разобранном виде или подвергавшихся разборке электродвигателей

## **Тема 9. Монтаж элементов электропривода с учетом электромагнитной совместимости, помехозащищенности и требований надежности**

Основные правила выполнения объемного монтажа с учетом электромагнитной совместимости и помехозащищенности. Связь через электрические и магнитные поля. Методы борьбы с шумами и помехами. Рекомендации по выполнению объемного электромонтажа с точки зрения шумоподавления и помехозащищенности. Особенности передачи низкочастотных и высокочастотных сигналов. Шумы, наводимые на проводники. Методы подавления шумов – гальваническая развязка цепей, экранирование проводников, заземление конструкций ЭП с учетом помехозащищенности и электробезопасности. Передача импульсных сигналов через разъемы. Линии с оптронными развязками. Общие правила выполнения заземляющих соединений. Согласование электрических линий связи.

## **Тема 10. Монтаж элементов механической части электропривода.**

Особенности монтажа механической части ЭП. Применение сильфоновых, порошковых, электромагнитных и гидравлических муфт. Особенности монтажа датчиков координат электропривода.

## **Тема 11. Настройка и наладка серийного векторно-управляемого электропривода (на примере электропривода ЭПВ).**

Наладка силовой части электропривода. Наладка системы управления электропривода. Порядок настройки регуляторов. Порядок экспериментальной проверки настройки регуляторов. Настройка системы защиты и сигнализации.

## **Тема 12. Монтаж, наладка и обслуживание высоковольтного преобразователя частоты**

Современные полупроводниковые приборы для высоковольтных преобразователей частоты. Основные принципы широтно – импульсной модуляции в инверторах тока и напряжения. Микропроцессорное управление преобразователями частоты. Монтаж, наладка и обслуживание высоковольтного преобразователя частоты.

# **ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ с использованием экспериментального лабораторного оборудования**

Аудиторные занятия, отмеченные в учебно-тематическом плане, наряду с лекционными занятиями предполагают выполнение лабораторного практикума на экспериментальном оборудовании (28 часа), в качестве которого используются:

1. Многофункциональный стенд.– **Стенд ЭПВ**, в состав которого входят следующие компоненты.

Стойка электрооборудования:

- преобразователь частоты ЭПВ-ТТПТ-10-380-2АП для асинхронного электропривода;
- преобразователь частоты ЭПВ-ТТПТ-10-380-3СР для синхронного электропривода;
- блоки тормозных резисторов;
- реакторы сетевые;
- фильтр радиопомех трехфазный;
- фильтр радиопомех однофазный;
- аппаратура пускозащитная;
- блок управления пускозащитной аппаратурой;
- блок управления входными и выходными сигналами;
- панель приборов;
- платы дополнительной датчиковой системы;
- устройство аналогового ввода-вывода.

Электромеханическая часть:

- двигатель асинхронный со встроенным инкрементальным импульсным энкодером;

- двигатель синхронный с возбуждением от постоянных магнитов со встроенным резольвером;
- платформа с монтажным фланцем;
- муфта соединительная сильфонная.

Персональный компьютер.

Многофункциональная плата аналогово-цифрового преобразования LA-2USB.

Общий вид стенда ЭПВ приведен на фото 1.

2. Физическая модель высоковольтного частотного электропривода (описание, назначение и фото) – **стенд ВЧРП.**

Учебно-демонстрационный стенд высоковольтного преобразователя частоты «УДС ФИМ ВЧРП-А-0,38/020-УХЛ4» включает в себя:

- преобразователь частоты ВЧРП 0,38/020-А-УХЛ4;
- двигатель – MRT 132 MA 4P 7/5 кВт – 2 шт.;
- муфта с упругим элементом ROTEX – 28 AI – D 92Sh–A Ia–d38 Ia–d38;
- преобразователь частоты с рекуперацией FR-F741-7.5K-EC;
- выносной пульт управления функциями преобразователя частоты ВЧРП 0,38/020-А-УХЛ4.

Общий вид стенда ВЧРП приведен на фото 2.

Состав лабораторного практикума приведен ниже в таблице №1.

Таблица №1

№ зан.	Тематика	Число час.	Лабораторное оборудование
1.	Изучение принципиальных электрических и монтажных схем узлов и агрегатов электропривода переменного тока с преобразователями частоты, асинхронными и синхронными электродвигателями.	4	Стенд ЭПВ.
2.	Изучение принципиальных электрических и монтажных схем узлов и агрегатов высоковольтного электропривода переменного тока с многосекционным преобразователем частоты.	4	Стенд ВЧРП
3.	Формирование навыков работы с органами управления и настройка асинхронного векторно-управляемого электропривода	4	Стенд ЭПВ.
4.	Формирование навыков работы с органами управления и настройка синхронного векторно-управляемого электропривода	4	Стенд ЭПВ.
5.	Формирование навыков работы с органами управления и настройка высоковольтного электропривода	4	Стенд ВЧРП
6.	Экспериментальное исследование характеристик векторно-управляемого электропривода ЭПВ в различных режимах работы.	4	Стенд ЭПВ.
7.	Экспериментальное исследование характеристик частотного электропривода ВЧРП в различных режимах работы.	4	Стенд ВЧРП



Фото 1. Общий вид лабораторного стенда ЭПВ.



Фото 2. Общий вид лабораторного стенда ВЧРП.

## Литература.

### Основная литература

1. Правила устройства электроустановок (седьмое издание, переработанное и дополненное, с изменениями) /Минэнерго Российской Федерации -М.: Энас, 2003, - 740 с.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.(утв. приказом Минэнерго РФ от 13 января 2003 г. N 6)
3. Межотраслевые правила по охране труда при работе в электроустановках и ТКП 181-2009 "правила технической эксплуатации электроустановок потребителей" введены в действие с 01 июня 2009 г.
4. Строительные нормы и правила СН и П 3.05.06-85 Электротехнические установки.
5. Строительные нормы и правила СН и П 4.06-91 «Сборник расценок на монтаж оборудования» Сборник 8 «Электротехнические установки»
6. Электротехнические устройства. Выпуск 1. Сборники ресурсных сметных норм на пусконаладочные работы. Сборник 1. Электротехнические устройства
7. Государственные элементные сметные нормы на пусконаладочные работы ГЭСНп-2001 Сборник №1. Электротехнические устройства

### Дополнительная литература

8. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов. Учебник для вузов/ М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов. – М: Издательский центр «Академия», 2004.-576 с.
9. Кисаримов Р.А. Наладка электрооборудования/ Справочное пособие . М: РадиоСофт, 2007. -352 с.
10. Красник В.В. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей в вопросах и ответах для изучения и подготовки к проверке знаний. – М.: Энас, 2010. – 136 с.
11. Красник В.В. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок в вопросах и ответах. М.: Энас, 2010. – 120 с.
12. Москаленко В.В. Электрический привод /Учебное пособие. - М.:МЭИ, 2005 г. – 368 с.
13. Уилльямс Т., Армстронг К. Электромагнитная совместимость для систем и установок/ Учебно-методическое пособие. - ИД Технологии,. 2004 г. – 508 с.
14. 7.Ильинский Н.Ф., Рожанковский Ю.В., Горшков А.О. Энергосбережение в электроприводе. – М.: Энергоатомиздат, 1989.

Программу составили:

д.т.н., профессор

А.Р. Колганов

к.т.н., доцент

А.М. Захаров

к.т.н., доцент

М.С. Куленко