

Общество с ограниченной ответственностью
ООО «Ракурс-инжиниринг»

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор ООО «Ракурс-инжиниринг»



С.Г. Горохов

2021 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

Преобразователи частоты Omron-Yaskawa (A1000)

Наименование программы

Объем: 24 ак. часа

Санкт-Петербург, 2021

Разработчики:

_____ Линд А.В., ст.инженер УКЦ _____

_____ Бурцев А.Г., к.т.н., нач. УКЦ _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1 Нормативно-правовые основания разработки программы

Нормативную правовую основу разработки программы составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».

1.2 Категории слушателей

К обучению по программе повышения квалификации допускаются лица, имеющие среднее профессиональное или высшее образование; получающие среднее профессиональное или высшее образование.

1.3 Форма обучения и форма организации образовательной деятельности

Форма обучения по реализуемой программе – очная, с отрывом от работы.

1.4 Трудоемкость обучения и режим занятия слушателей

Трудоемкость обучения по данной программе составляет 24 академических часа (3 рабочих дня по 8 часов). Режим занятий с 9-30 до 17-00 с перерывом на обед с 13-00 до 14-00, двумя кофе-брейками по 15 минут.

2. ЦЕЛЬ РЕАЛИЗАЦИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цель реализации программы – получение знаний, умений, навыков для настройки, и практического применения преобразователей частоты Omron-Yaskawa (A1000).

Программа полезна для специалистов, обслуживающих частотные преобразователи Omron-Yaskawa (A1000). на предприятиях, задействованные в различных применениях: насосные станции, вентиляционные установки, крановые машины, конвейеры и др.

Курс рассчитан на специалистов, уже имеющих навыки работы с автоматизированным частотным электроприводом других производителей.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

В результате освоения программы у слушателей должен сформироваться следующий комплекс знаний, умений и навыков в области обслуживания и эксплуатации частотного электропривода:

Уровень квалифи- кации	Показатели уровня квалификации		
	Практический опыт	Характер умений	Характер знаний
Профес- сиональные компетенции			
ПК-1: Способность проводить выбор ПЧ для конкретного применения с нужными характеристиками и структурой	Опыт в выборе нужной модели ПЧ Omron-Yaskawa, опыт в подключении ПЧ к электросети и к асинхронному двигателю.	Умение подобрать по каталогу необходимый ПЧ Omron-Yaskawa и модули расширения для решаемой задачи	Знания по принципам работы ПЧ, знания по номенклатуре ПЧ и модулей от Omron-Yaskawa
ПК-2: Способность применять прикладное ПО для конфигурирования ПЧ удаленно с ПК	Опыт в инсталляции, запуске, подключении, использовании для настройки ПЧ Omron-Yaskawa прикладного ПО «CX-Drive».	Умение согласовать параметры связи, производить подключение к приводу Omron-Yaskawa, просматривать и редактировать необходимые параметры, уметь использовать программный осциллограф.	Знания по способу физического подключения к приводу Omron-Yaskawa, знания по функциональным возможностям ПО «CX-Drive».
ПК-3: Способность конфигурировать параметры ПЧ для настройки его под конкретное применение и двигатель	Опыт в настройке ПЧ для работы в необходимом режиме с конкретным двигателем для решения поставленной задачи	Умение выполнить настройку параметров ПЧ для работы с конкретной нагрузкой в нужном режиме с двигателем, обеспечивающим заданные момент и скорость.	Знания по функциям параметров меню привода, знания по влиянию цепей управления на функциональные возможности ПЧ Omron-Yaskawa и привода в целом.
ПК-4: Способность настройки параметров ПЧ соответствующих использованию ПИД регулятора	Опыт в настройке параметров ПИД-регулятора для решения задачи выполнения задания за оптимальное время и с минимальным перерегулированием.	Умение произвести удовлетворительный расчет параметров ПИД-регулятора, чтобы система работала с приемлемыми показателями качества	Знания по принципам работы ПИД регулятора, знания по параметрам ПЧ Omron-Yaskawa, отвечающим за настройку контура ПИД-регулирования.

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

4.1 Учебный план

№ п.п.	Наименование разделов и дисциплин (модулей)	Всего часов	Всего ауд. часов	В том числе		Самостоят. работа	Форма контроля
				Лекции	Практ. занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Устройство асинхронного двигателя, характеристики и режимы его работы.	1,5	1,5	1,5	0	0	-
2	Устройство и принцип работы преобразователя частоты. Методы управления скоростью и моментом применяемые в преобразователях частоты «Omron-Yaskawa».	2	2	2	0	0	-
3	Обзор линейки приводов фирмы «Omron-Yaskawa» для приводов переменного тока	0,5	0,5	0,5	0	0	-
4	Подключение силовых и управляющих цепей у преобразователя частоты A1000.	1,0	1,0	0,5	0,5	0	-
5	Панель управления, ее режимы ввода/контроля параметров и структура меню преобразователя частоты A1000.	1,5	1,5	1	0,5	0	-
6	Практическая настройка для быстрого (первого) запуска, основы работы с программой «CX-Drive».	3	3	0	2	1	-

7	Практическая работа по углубленной настройке параметров преобразователя частоты А1000 с использованием программного осциллографа ПО «СХ-Drive»	8,5	8,5	0	5,5	3	-
8	Применение и настройка ПИД-регулятора внешнего технологического контура у преобразователя частоты А1000	5	5	1	2,5	1,5	-
	Итоговая аттестация	1	1	-	-	-	тест
	ИТОГО	24	24	6,5	11	5,5	

4.2 Календарный учебный график

График обучения Форма обучения	Ауд. часов в день	Дней в неделю	Общая продолжительность программы (дней)
очная	8	3	3

5. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Наименование разделов	Наименование тем. Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов
Раздел 1. Устройство асинхронного двигателя, характеристики и режимы его работы. (ПК-1)	<i>Раздел содержит теоретические сведения по устройству и принципу работы трехфазных асинхронных двигателей (АД)</i>	1,5
	<i>Тема 1.1 История создания электрических машин;</i>	0,5
	<i>Тема 1.2. Назначение, устройство и характеристики асинхронного двигателя;</i>	0,5
	<i>Тема 1.3. Режимы работы асинхронного двигателя</i>	0,5

Раздел 2. Устройство и принцип работы преобразователя частоты. Методы управления скоростью и моментом применяемые в преобразователе частоты «Omron-Yaskawa» (ПК-1)	<i>Раздел содержит теоретические сведения по устройству частотных преобразователей, принципу частотного регулирования скорости и момента у АД.</i>	2
	<i>Тема 2.1. Устройство и принцип работы преобразователя частоты;</i>	1
	<i>Тема 2.2. Законы (методы) управления двигателем, применяемые в преобразователях частоты.</i>	1
Раздел 3. Обзор линейки приводов фирмы «Omron-Yaskawa» для приводов переменного тока (ПК-1)	<i>Приведен обзор линейки преобразовательной техники от компании «Omron-Yaskawa»</i>	0,5
	<i>Тема 3.1 Характеристики и функциональные возможности ПЧ компании «Omron»;</i>	0,2
	<i>Тема 3.2 Характеристики и функциональные возможности ПЧ компании «Yaskawa».</i>	0,3
Раздел 4. Подключение силовых и управляющих цепей у преобразователя частоты A1000 (ПК-1)	<i>Раздел содержит сведения по подключению к ПЧ силовых цепей, цепей управления и интерфейсов.</i>	1,0
	<i>Тема 4.1. Конструкция и дополнительные функциональные модули;</i>	0,2
	<i>Тема 4.2. Подключение силовых цепей;</i>	0,2
	<i>Тема 4.3. Подключение цепей управления и цепей передачи данных.</i>	0,6
Раздел 5. Панель управления, ее режимы ввода/контроля параметров и структура меню преобразователя частоты A1000. (ПК-3)	<i>Раздел содержит сведения по структуре и содержанию меню параметров при работе с использованием панели управления, порядку применения режимов ввода/контроля параметров.</i>	1,5
	<i>Тема 5.1. Режимы работы панели управления;</i>	0,5
	<i>Тема 5.2. Структура и содержание меню ПЧ A1000, сохранение параметров привода в файл панели</i>	1

	управления.	
Раздел 6. Практическая настройка для быстрого (первого) запуска, основы работы с программой «CX-Drive». (ПК-2)	<i>Раздел содержит практические методики по ускоренному вводу привода в эксплуатацию, по работе с ПО «CX-Drive». Преподаватель отвечает на вопросы слушателей и консультирует их в процессе работы.</i>	3
	Тема 6.1. Сброс в заводские установки, ввод данных о двигателе, варианты проведения автонастройки;	1
	Тема 6.2. Установление связи с компьютером, запуск программы «CX-Drive», изменение параметров с помощью меню ПО и панели управления;	1
	Тема 6.3. Настройка и использование программного осциллографа;	1
Раздел 7. Практическая работа по углубленной настройке параметров преобразователя частоты А1000 с использованием программного осциллографа ПО «CX- Drive» (ПК-1, ПК-2, ПК-3)	<i>Раздел содержит практические методики для освоения таких возможностей ПЧ как: сравнение установленных в приводе параметров с заводскими настройками, управление по дискретным и аналоговым входам, использование аналоговых, дискретных и релейных выходов, настройка с использованием энкодера (замкнутый контур управления), изменение темпов разгона и торможения, применение тормозного резистора, возможности программы настройки «CX-Drive», использование программного осциллографа. Слушатели выполняют практические задания под контролем преподавателя. Преподаватель отвечает на вопросы слушателей и консультирует их в процессе работы.</i>	8,5
	Тема 7.1. Назначение источника команд и задания, назначение функций для дискретных входов/выходов;	1
	Тема 7.2. Настройка многоступенчатого задания частоты (скорости), ограничение скорости, установка пропуска скоростей;	1
	Тема 7.3 Настройка разгона/торможения с использованием S-профиля, сравнение с помощью осциллографа результата измерения темпов разгона/торможения с заданным, автоматическое изменение времени ускорения/замедления,	1
	Тема 7.4. Переключение значений времени разгона/торможения с использованием многофункциональных входов, масштабирование времени разгона/торможения, настройка функции удержания выходной скорости при разгоне/торможении;	1,5
	Тема 7.5. Настройка работы в замкнутом контуре управления (CL)- применение энкодера, настройка ПИД-регулятора скорости;	1
	Тема 7.6. Применение тормозного резистора, настройка параметров при работе в генераторном режиме, настройка режима предотвращения	1

	опрокидывания ротора во время торможения;	
	Тема 7.7. Настройка торможения постоянным током, применение электронной тепловой защиты двигателя;	1
	Тема 7.8. Настройка функции определения скорости (самоподхват двигателя) после кратковременной аварии сети;	1
Раздел 8. Применение и настройка ПИД-регулятора внешнего технологического контура у преобразователя частоты A1000 (ПК-4)	Раздел содержит сведения по применению ПИД - регулятора у ПЧ A1000 для регулирования внешнего технологического контура с использованием вентиляционной установки. Преподаватель отвечает на вопросы слушателей и консультирует их в процессе работы.	5
	Тема 8.1. Назначение ПИД - регулятора и рекомендации по его настройке;	1
	Тема 8.2. Проверка подключения и настройка цепей управления (дискретные входы) . Проверка подключения и настройка аналоговых входов (задание и обратная связь);	1,5
	Тема 8.3. Практический подбор коэффициентов ПИД-регулятора, контроль правильности настройки и устойчивости системы при изменении расхода воздуха (манипуляции воздушной заслонкой).	2,5
Итоговая аттестация	Аттестация проводится в виде теста	1
ИТОГО		24

6. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

6.1 Материально-техническое обеспечение

Наименование	Количество
Частотный преобразователь A1000 (Omron-Yaskawa)	1
3-фазный асинхронный двигатель 0,75 кВт + 0,25 кВт	3
Персональный компьютер	3

6.2 Информационное и учебно-методическое обеспечение обучения

Основная и дополнительная литература:

- 1) Москаленко В.В. Электрический привод. 2-е изд., стереотип. — М.: Академия, 2004. — 368 с.
- 2) Белов М. П., Новиков А. Д. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов. / 3-е изд. - М.: Академия, 2007. - 576 с.
- 3) Регулятор частоты серии A1000. Преобразователь частоты с векторным управлением. Техническое руководство. Cat. No. SIEP C710616 27C;

Электронные и Internet-ресурсы

- 1) Документация и ПО по ПЧ Omron-Yaskawa A1000:
<https://industrial.omron.ru/ru/products/a1000#downloads>

6.3 Организация образовательного процесса

Обучение по программе осуществляется в учебном классе ООО «Ракурс-инжиниринг».

Трудоемкость обучения по данной программе составляет 24 академических часа (3 рабочих дня по 8 часов). Режим занятий с 9-30 до 17-00 с перерывом на обед с 13-00 до 14-00, двумя кофе-брейками по 15 минут.

6.4 Кадровое обеспечение образовательного процесса

Обучение осуществляют штатные сотрудники учебно-консультационного центра ООО «Ракурс-инжиниринг».

Педагогические работники в части требований к образованию должны соответствовать требованиям профессионального стандарта «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования», утвержденного приказом Минтруда России от 8 сентября 2015 г. №608н (зарегистрирован Минюстом России 24 сентября 2015 г., регистрационный №38993).

7. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Освоение программы повышения квалификации завершается итоговой аттестацией в форме теста.

Итоговая аттестация проводится на основе принципов объективности и независимости оценки качества подготовки обучающихся.

Итоговая аттестация проводится в целях определения соответствия сформированных компетенций у обучающихся планируемым результатам.

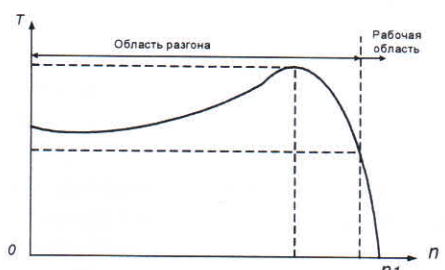
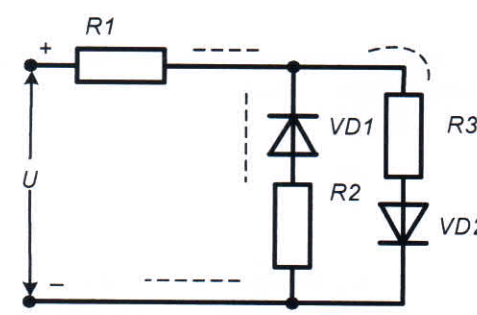
К итоговой аттестации допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план по программе и все практические задания.

Лицам, успешно освоившим программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается документ о квалификации: удостоверение о повышении квалификации.

Пример теста приведен ниже.

Предлагаемые ответы, могут содержать от одного до нескольких правильных вариантов.

№ п/п	Содержание вопроса и варианты ответов	Ваш ответ дата	Ваш ответ дата
1.	Перечислите типы электродвигателей, которые питаются переменным током: • коллекторные; • с параллельным возбуждением; • синхронные; • асинхронные.	- - - -	- - - -
2.	Как изменяется период (время) колебаний переменного напряжения при увеличении частоты этого напряжения. • период тоже увеличивается; • период уменьшается; • период увеличивается квадратично; • период не изменяется.	- - - -	- - - -
3.	Чем характеризуется асинхронная машина (двигатель). • обязательно имеется коллекторно-щеточный узел; • скорость вращения ротора меньше (не равна) скорости вращающегося поля статора; • развиваемый двигателем момент прямо-пропорционален скорости вращения его ротора.	- - -	- - -
4.	В каком случае скольжение асинхронного электродвигателя максимально. • при номинальном режиме работы; • в момент пуска; • когда двигатель работает вхолостую (без нагрузки).	- - -	- - -
5.	У какого асинхронного двигателя выше скорость вращения ротора, при одинаковых условиях электропитания ($f_{сети} = const$). • у которого три пары полюсов; • у которого две пары полюсов; • у которого одна пара полюсов.	- - -	- - -
6.	Что произойдет с двигателем, если изначально в номинальном режиме его обмотки были рассчитаны на соединение в треугольник, а теперь его обмотки соединили в звезду ($U_{сети}=const$). • в момент пуска возрастет пусковой ток; • пусковой ток и момент развиваемый двигателем уменьшаются; • обмотки двигателя выйдут из строя.	- - -	- - -
7.	В каком случае двигатель с обмотками рассчитанными на 220 В будет подключен правильно к сети и обеспечит свои номинальные параметры. • если линейное напряжение трехфазной сети равно 380В и обмотки двигателя соединены в треугольник; • если линейное напряжение трехфазной сети равно 380В и обмотки двигателя соединены в звезду; • если линейное напряжение трехфазной сети равно	- -	- -

	220В и обмотки двигателя соединены в звезду; если линейное напряжение трехфазной сети равно 220В и обмотки двигателя соединены в треугольник.	-	-
8.	Какую активную электрическую мощность (P_{abs}) потребляет двигатель, если на его шильдике написано $P=0,75$ кВт, $\eta=0,75$ (75%) 0,56 кВт; 1000 Вт; 0,75 кВт.	-	-
9.	Как соотносятся на механической характеристике асинхронного двигателя (графическая зависимость вращающего момента T от частоты вращения ротора n_2) ее характерные точки: -пусковой момент – $T_{пуск}$, -максимальный – $T_{макс}$ или критический – $T_{крит}$, -номинальный момент – $T_{ном}$.  $T_{ном} < T_{пуск} < T_{крит}$, при этом $n_{2ном} > n_{2крит}$; $T_{ном} < T_{пуск} < T_{крит}$, при этом $n_{2ном} < n_{2крит}$; $T_{ном} > T_{пуск} > T_{крит}$, при этом $n_{2ном} < n_{2крит}$.	-	-
10.	Укажите правильное направление эл. тока с учетом полярности и элементов схемы. Рассчитайте величину тока протекающего через R_1 , если $R_1 = R_2 = R_3 = 6$ Ом, $U = 18$ В, Упрям $v_D \approx 0$, Уобрат $v_D \approx \infty$. 	$I_{R1} = \underline{\hspace{2cm}}$	$I_{R1} = \underline{\hspace{2cm}}$
11.	Что и как изменяется на выходе преобразователя частоты, который управляет электроприводом (скалярное U/f- управление). - для увеличения скорости вращения увеличивается величина переменного напряжения и уменьшается его частота; - для уменьшения скорости вращения уменьшается величина переменного напряжения и уменьшается его частота; - для уменьшения скорости вращения уменьшается величина переменного напряжения и увеличивается его частота.	-	-
12.	Чем руководствуются при выборе преобразователя		

	частоты. • величиной мощности развиваемой двигателем на валу; • величиной тока потребляемого двигателем; • пусковым моментом двигателя.	-	-
13.	Какие функциональные элементы могут входить в состав преобразователя частоты. • умножитель; • звено постоянного тока (сглаживающий фильтр); • триггер (устройство с двумя устойчивыми состояниями); • инвертор (устройство для преобразования DC в AC); • усилитель мощности; • выпрямитель.	-	-
14.	Как называется программа, с помощью которой настраивают частотный преобразователь Omron-Yaskawa (A1000) с использованием персонального компьютера. • CT Scope; • SoMove Lite; • CT Soft; • CX-Drive .	-	-
15.	Какое меню (режим) преобразователя Omron-Yaskawa (A1000) позволяет произвести инициализацию привода . • «A.TUNE» [Автоподстройка]; • «QUICK» [Быстрое программирование]; • « ADV» [Расширенное программирование]; • «DRIVE» [Привод].	-	-
16.	Что изменяет (определяет) параметр C1-01 преобразователя Omron-Yaskawa (A1000) . • Задание по скорости; • Время торможения; • Время разгона; • Максимальную выходную частоту	-	-
17.	Сколько одновременно можно просматривать разных сигналов (параметров) с помощью встроенного программного осциллографа. • ≤ 3; • 2; • 1; • ≥ 4.	-	-
18.	До какой максимальной величины можно увеличивать несущую частоту преобразователя A1000, если расстояние между инвертором и двигателем около 100 м. • 5 кГц; • 15 кГц; • 10 кГц; • 8 кГц.	-	-

После выполнения теста учащимся он проверяется преподавателем. Успешным является окончание обучения если число правильно решенных заданий составляет более 70%.