

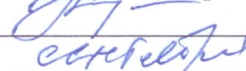
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Учебно-научная лаборатория «Автоматизация производственных механизмов»  
(УНЛ АПМ)

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник управления дополнительного  
профессионального образования

«15»  Н.Н. Берёзка  
2025 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебно-методической работе

«15»  С.С. Чернов  
2025 г.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА**

**ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
«ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД  
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА»**

**Руководитель программы повышения квалификации:**

доцент кафедры электропривода и автоматизации промышленных  
установок ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный  
технический университет», канд. техн. наук, доцент

 В.М. Кавешников

**Руководитель подразделения, реализующего программу:**

руководитель УНЛ АПМ ФГБОУ ВО «Новосибирский  
государственный технический университет»,  
канд. техн. наук, доцент

 В.М. Кавешников

Новосибирск 2025

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

## 1.1. Цель реализации программы

Целью реализации программы повышения квалификации является совершенствование профессиональных компетенций, необходимых для профессиональной деятельности, и повышение профессионального уровня специалистов в области применения современных элементов автоматики, а также преобразователей частоты для различного технологического оборудования.

## 1.2. Категория слушателей

Целевая аудитория: главные энергетики, энергетики, специалисты по контрольно-измерительным приборам и автоматике (КИПиА), специалисты по автоматизированным системам управления (АСУТП).

## 1.3. Требования к уровню подготовки лиц, необходимому для освоения программы

Лица, поступающие на обучение, должны иметь среднее профессиональное или высшее образование.

**1.4. Трудоемкость программы:** всего 40 часов, из них 34 часа контактных занятий, в том числе 5 часов итоговой аттестации, и 6 часов самостоятельной работы слушателя (СРС).

**1.5. Срок обучения:** 5 дней.

**1.6. Форма обучения:** очная.

**1.7. Формат обучения:** оффлайн.

**1.8. Выдаваемый документ:** удостоверение о повышении квалификации образца, установленного ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет».

**1.9. Область профессиональной деятельности:** 20 Электроэнергетика.

**1.10. Сфера применения компетенций, полученных после освоения программы:** в сферах электроэнергетики и электротехники.

**1.11. УГС:** 130000 Электро- и теплоэнергетика.

**1.12. ОКВЭД:** 71.12.12. Разработка проектов промышленных процессов и производств, относящихся к электротехнике, электронной технике, горному делу, химической технологии, машиностроению, а также в области промышленного строительства, системотехники и техники безопасности.

## 1.13. Планируемые результаты обучения

Программа направлена на совершенствование профессиональных компетенций (ПК-1, ПК-2), сформулированных на основании основной профессиональной образовательной программы 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль «Мехатронные и автоматизированные комплексы и системы» и трудовых функций (А/01.6, В/01.6) профессионального стандарта 40.178 Специалист по проектированию автоматизированных систем управления технологическими процессами (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 № 723н):

Планируемые результаты освоения программы	Планируемые результаты обучения
<b>ПК-1.</b> Способность выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности.	<b>Знать:</b> - основные элементы и устройства систем автоматизированного электропривода, и принципы их расчета; - общие технические требования и функциональное назначение автоматизированных систем управления технологическими процессами. <b>Уметь:</b> - формулировать цели систем автоматизации и требования к системам; - выбирать алгоритм, способы разработки и оформления эскизных и рабочих чертежей в составе комплекта рабочей документации автоматизированной системы управления технологическими процессами. <b>Владеть:</b> - практическим опытом и навыками при наладке современных преобразователей частоты и других исполнительных устройств; - навыками разработки рабочей документации по информационному, методическому, организационному обеспечению автоматизированной системы управления технологическими процессами.

Планируемые результаты освоения программы	Планируемые результаты обучения
<p><b>ПК-2.</b> Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом региональных особенностей и потребностей работодателей.</p>	<p><b>Знать:</b> - основные типы регуляторов типовых структур систем автоматизации.</p> <p><b>Уметь:</b> - правильно выбирать (строить) структуру системы, рассчитывать её характеристики и реализовывать её технически; - выбирать и обосновывать состав технологических процессов, подлежащих автоматизации.</p> <p><b>Владеть:</b> - практическим опытом при настройке и эксплуатации современных элементов автоматики; - навыками разработки и оформления требований к автоматизированной системе управления технологическими процессами.</p>

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Учебный план программы повышения квалификации

Наименование модулей программы	Общая трудоемкость, час	Контактные занятия, час						СРС, час	
		всего	лекции	практические / лабораторные	с применением ДОТ			всего	с применением ДОТ
					всего	лекции	практические / лабораторные		
Модуль 1. Электромеханические свойства двигателей переменного тока и регулирование их координат	8	8	8	-	-	-	-	-	
Модуль 2. Назначение, основные функции, области применения и технические характеристики преобразователей частоты	8	8	6	2	-	-	-	-	
Модуль 3. Элементы теории автоматического управления и особенности электроприводов основных промышленных механизмов	8	5	4	1	-	-	-	3	
Модуль 4. Устройство управляемого частотного преобразователя и принципы управления им. Наладка частотного электропривода	8	8	4	4	-	-	-	-	
Итоговая аттестация	8	5	-	-	-	-	-	3	
<b>Итого</b>	<b>40</b>	<b>34</b>	<b>22</b>	<b>7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	

## 2.2. Учебно-тематический план программы повышения квалификации

Наименование модулей и тем программы	Общая трудоемкость, час	Контактные занятия, час						СРС, час	
		всего	в том числе				всего	с применением ДОТ	
			лекции	практические / лабораторные	с применением ДОТ				
				всего	лекции	практические / лабораторные			
<b>Модуль 1. Электромеханические свойства двигателей переменного тока и регулирование их координат</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	-	-	-	-	-	
Тема 1.1. Асинхронные короткозамкнутые двигатели и их характеристики	2	2	2	-	-	-	-	-	
Тема 1.2. Синхронные двигатели и их характеристики	2	2	2	-	-	-	-	-	
Тема 1.3. Система преобразователь частоты - асинхронный двигатель (ПЧ-АД)	2	2	2	-	-	-	-	-	
Тема 1.4. Частотное регулирование координат электропривода в замкнутых системах ПЧ-АД	2	2	2	-	-	-	-	-	
<b>Модуль 2. Назначение, основные функции, области применения и технические характеристики преобразователей частоты</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	-	-	-	-	
Тема 2.1. Технические характеристики преобразователей частоты	4	4	3	1	-	-	-	-	
Тема 2.2. Особенности преобразователей частоты	4	4	3	1	-	-	-	-	
<b>Модуль 3. Элементы теории автоматического управления и особенности электроприводов основных промышленных механизмов</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	-	-	-	<b>3</b>	
Тема 3.1. Разомкнутые системы автоматического управления	3	-	-	-	-	-	-	3	
Тема 3.2. Замкнутые системы	1	1	1	-	-	-	-	-	
Тема 3.3. Технологические механизмы с вентиляторным моментом нагрузки (HVAC)	1	1	-	1	-	-	-	-	
Тема 3.4. Технологические подъемно-транспортные механизмы (ПТМ)	1	1	1	-	-	-	-	-	
Тема 3.5. Конвейерные механизмы и транспортные системы	1	1	1	-	-	-	-	-	
Тема 3.6. Технологические механизмы высокой точности (МВТ)	1	1	1	-	-	-	-	-	

Наименование модулей и тем программы	Общая трудоемкость, час	Контактные занятия, час						СРС, час	
		всего	лекции	практические / лабораторные	в том числе			всего	с применением ДОТ
					с применением ДОТ				
				всего	лекции	практические / лабораторные			
<b>Модуль 4. Устройство управляемого частотного преобразователя и принципы управления им. Наладка частотного электропривода</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	-	-	-	-	-
Тема 4.1. Функциональная и электрическая схемы	2	2	2	-	-	-	-	-	-
Тема 4.2. Параметры и группы параметров	1	1	-	1	-	-	-	-	-
Тема 4.3. Дополнительные возможности преобразователей	1	1	1	-	-	-	-	-	-
Тема 4.4. Изучение особенностей настройки и наладки преобразователей частоты	4	4	1	3	-	-	-	-	-
<b>Итоговая аттестация</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	-	-	-	-	-	<b>3</b>	-
<b>Итого</b>	<b>40</b>	<b>34</b>	<b>22</b>	<b>7</b>	-	-	-	<b>6</b>	-

### 2.3. Рабочая программа модулей

**Модуль 1. Электромеханические свойства двигателей переменного тока (8 часов)**

**Тема 1.1. Асинхронные короткозамкнутые двигатели и их характеристики (2 часа)**

*Принцип действия АД. Режимы работы: двигательный, тормозные. Статические и энергетические характеристики АД. Способы регулирования скорости и их сравнительные характеристики.*

**Тема 1.2. Синхронные двигатели и их характеристики (2 часа)**

*Принцип действия СД. Конструктивные особенности. Статические и энергетические характеристики. Их анализ по сравнению с характеристиками АД. Регулировочные свойства СД.*

**Тема 1.3. Система преобразователь частоты - асинхронный двигатель (ПЧ-АД) (2 часа)**

*ПЧ-АИ, НПЧ, Области применения. Подключение ПЧ к питающей сети. Соединение ПЧ с двигателем. Принцип работы системы. Основные механические и скоростные характеристики. Статические, динамические и энергетические характеристики разомкнутой системы ПЧ-АД.*

**Тема 1.4. Частотное регулирование координат электропривода в замкнутых системах ПЧ-АД (2 часа)**

*Основные принципы построения систем регулирования координат электропривода переменного тока.*

*Структурные схемы, статические и динамические характеристики АД при скалярном частотном регулировании его момента и скорости.*

*Векторное управление АД и СД.*

**Модуль 2. Назначение, основные функции, области применения и технические характеристики преобразователей частоты (8 часов)**

**Тема 2.1. Технические характеристики преобразователей частоты (4 часа)**

*Общая характеристика производителя. Назначение, основные функции, области применения преобразователей частоты на примере:*

*Danfoss серий VLT Automation Drive FC302, VLT HVAC FC102, VLT AQUA FC202  
ABB серий ACS580, ACS880*

*VEDA MC серий VF-101 Basic, VF-51 Micro Drive, VF-302c*

*Schneider Electric серий Altivar ATV71, ATV61, ATV320, ATV340, ATV630, ATV930*

*INVT серий GD200A, GD350A, GD350-19.*

**Тема 2.2. Особенности преобразователей частоты (4 часа)**

*Способы построения схем преобразователей частоты. Интерфейс пользователя, на примере:*

*Danfoss серий VLT Automation Drive FC302, VLT HVAC FC102, VLT AQUA FC202  
ABB серий ACS580, ACS880*

*VEDA MC серий VF-101 Basic, VF-51 Micro Drive, VF-302c*

*Schneider Electric серий Altivar ATV71, ATV61, ATV320, ATV340, ATV630, ATV930*

*INVT серий GD200A, GD350A, GD350-19.*

**Модуль 3. Элементы теории автоматического управления и особенности электроприводов основных промышленных механизмов (8 часов)**

**Тема 3.1. Разомкнутые системы автоматического управления (3 часа)**

*Понятие передаточных функций, частотных характеристик, типовые динамические звенья. Приемы преобразования структурных схем.*

**Тема 3.2. Замкнутые системы (1 час)**

*Оценка устойчивости и оптимизация замкнутого контура регулирования.*

*Особенности многоконтурных систем.*

**Тема 3.3. Технологические механизмы с вентиляторным моментом нагрузки (HVAC) (1 час)**

*Особенности управления электроприводом насосных установок, вентиляции и кондиционирования. Требования к электроприводам.*

**Тема 3.4. Технологические подъемно-транспортные механизмы (ПТМ) (1 час)**

*Особенности управления ПТМ. Требования к электроприводам.*

**Тема 3.5. Конвейерные механизмы и транспортные системы (1 час)**

*Особенности нагрузки механизмов перемещения. Требования к электроприводам.*

**Тема 3.6. Технологические механизмы высокой точности (МВТ) (1 час)**

*Особенности систем позиционирования, синхронизации и контурного перемещения. Требования к электроприводам.*

**Модуль 4. Устройство управляемого частотного преобразователя и принципы управления им. Настройка частотного электропривода (8 часов)**

**Тема 4.1. Функциональная и электрическая схемы (2 часа)**

*Подключение цепей управления и силовых цепей. Электромагнитная совместимость и защита от помех.*

**Тема 4.2. Параметры и группы параметров (1 час)**

*Настройка ПЧ, управление и диагностика с помощью прикладного программного обеспечения, выносной интеллектуальной панели управления.*

**Тема 4.3. Дополнительные возможности преобразователей Danfoss, ABB, VEDA MC, Schneider Electric, INVT и др. (1 час)**

*Специальные функции: каскадное управление, спящий режим, обрыв ремня, синхронизация и позиционирование.*

*Логический функциональный контроллер.*

*Связь ПЧ между собой и с системой управления верхнего уровня*

*Специальные функции: синхронизация и позиционирование, прикладные программные модули.*

*Связь ПЧ между собой и с системой управления верхнего уровня.*

**Тема 4.4. Изучение особенностей настройки и наладки преобразователей частоты (4 часа)**

*Работа с прикладными функциями ПЧ. Изучение особенностей настройки прикладных функций при помощи соответствующих наборов параметров.*

**2.4. Перечень практических занятий**

Модуль, тема	Наименование практических занятий, краткое описание деятельности слушателя	Трудоемкость, час
Модуль 2. Тема 2.1.	<i>Общая характеристика производителя оборудования. Назначение, основные функции, области применения ПЧ.</i> Цель занятия: ознакомление с техническими характеристиками ПЧ. В процессе занятия слушатели получают знания по техническим характеристикам ПЧ, ориентируются в конструкциях и применениях преобразователей Danfoss, ABB, VEDA MC, Schneider Electric и др.	1
Модуль 2. Тема 2.2.	<i>Знакомство с интерфейсом и параметрами ПЧ.</i> Цель занятия: ознакомление с особенностями интерфейса ПЧ. В процессе занятия слушатели получают навыки включения и наладки ПЧ, ориентируются в группах параметров, осваивают особенности интерфейса Danfoss, ABB, VEDA MC, Schneider Electric и др.	1
Модуль 3. Тема 3.3.	<i>Технологические механизмы с вентиляторным моментом нагрузки (HVAC).</i> Цель занятия: изучение особенностей частотного управления механизмами с вентиляторной нагрузкой. В процессе занятия слушатели осваивают особенности настройки ПЧ при работе с вентиляторами и насосами.	1
Модуль 4. Тема 4.2.	<i>Параметры и группы параметров.</i> Цель занятия: ознакомление с набором и группами параметров ПЧ Danfoss, ABB, VEDA MC, Schneider Electric и др. В процессе занятия слушатели осваивают процесс наладки и параметрирования ПЧ с помощью выносной панели и прикладного программного обеспечения.	1
Модуль 4. Тема 4.4.	<i>Изучение особенностей настройки и наладки преобразователей частоты с.</i> Цель занятия: ознакомление с дополнительными прикладными функциями преобразователей частоты. В процессе занятия слушатели осваивают настройку встроенных прикладных функций ПЧ.	3

**2.5. Виды самостоятельной работы слушателя (СРС)**

Модуль, тема	Вид СРС	Трудоемкость, час
Модуль 3. Тема 3.1.	Изучение особенностей разомкнутых систем автоматического управления. Изучение примеров преобразований в структурных схемах разомкнутого электропривода.	3
Итоговая аттестация	Подготовка итоговой аттестационной работы	3