



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

03.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**НАЛАДКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

Направление подготовки (специальность)  
15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Мехатронные системы в автоматизированном производстве

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированного электропривода и мехатроники
Курс	1
Семестр	1

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1023)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники

26.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.А. Николаев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

03.03.2021 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры АЭПиМ, канд. техн. наук

 С.А. Линьков

Рецензент:

зам. начальника ЦЭТЛ ПАО «ММК» по электроприводу, канд. техн. наук

 А.Ю. Юдин



## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины (модуля) «Наладка электротехнических комплексов» являются: практическое освоение методов пуско-наладочных работ, развитие у студентов личностных качеств, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.04.06 Мехатроника и робототехника профиль Мехатронные системы в автоматизированном производстве. Задачами дисциплины являются:

- овладение методиками наладки электрооборудования типовых производственных механизмов и технологических комплексов, изучение требований, предъявляемые к их электроприводам;
- изучение методов настройки параметров систем автоматизированного электро-привода;
- изучение типовых схем силовой части электроприводов постоянного и переменного тока;
- изучение типовых структур систем автоматического регулирования и силовых схем комплектных электроприводов постоянного и переменного тока;
- овладение навыками разработки эксплуатационной документации;
- овладение навыками проведения испытаний, определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования, выбора оборудования для замены в процессе эксплуатации;
- приобретение навыков руководства работами по техническому обслуживанию автоматизированных электроприводов, и проведения монтажно-наладочных работ в соответствии с нормативной документацией.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Наладка электротехнических комплексов входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

- Теория автоматического управления
- Теория электропривода
- Электрические и электронные аппараты
- Электрический привод

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

- Производственная-преддипломная практика

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Наладка электротехнических комплексов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;
ОПК-1.1	Решает стандартные профессиональные задачи с применением общеинженерных знаний
ОПК-1.2	Применяет методы моделирования и математического анализа для решения задач в профессиональной деятельности

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 36,1 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 143,9 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Лабораторные занятия								
1.1 2.1. Проверка соединений жил контрольных кабелей.	1		4		15	Подготовка к практическому, лабораторно-практическому занятию.	Текущий контроль успеваемости	ОПК-1.1
1.2 2.2. Приемы работы с аналоговыми и цифровыми измерительными приборами			8/2И		16	Подготовка к практическому, лабораторно-практическому занятию.	Защита лабораторной работы №1	ОПК-1.1
1.3 2.3. Проверка установки щеток на «нейтраль» в двигателе постоянного тока.			6/4И		20	Подготовка к практическому, лабораторно-практическому занятию.	Текущий контроль успеваемости	ОПК-1.1
1.4 2.4. Определение полярности обмоток асинхронного двигателя с к.з. ротором.			6/2И		26	Подготовка к практическому, лабораторно-практическому занятию.	Защита лабораторной работы №2	ОПК-1.1
1.5 2.5. Фазировка тиристорных преобразователей.			4/2И		26,9	Подготовка к практическому, лабораторно-практическому занятию.	Защита лабораторной работы №3	ОПК-1.1
1.6 2.6. Электронное моделирование основных динамических звеньев и элементов систем электроприводов.			8/2,6И		40	Подготовка к практическому, лабораторно-практическому занятию.	Защита лабораторной работы №4	ОПК-1.2
Итого по разделу			36/12,6И		143,9			
Итого за семестр			36/12,6И		143,9		зачёт	
Итого по дисциплине			36/12,6И		143,9		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Наладка электротехнических комплексов» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Наладка электротехнических комплексов» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме и в форме лекций-консультаций. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на практических занятиях, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. СНиП 3.05.06-85. Электротехнические устройства. (Раздел 4. Пусконаладочные работы).

2. ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК. Седьмое издание. Глава 1.8. Нормы приема-сдаточных испытаний.

3. Толмачев Г.Г Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов [Текст]: Г.Г.Толмачев; учебное пособие /: МГТУ, [каф. АЭП и М]. -Магнитогорск 2012. – 161 с.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Анучин А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов. — М.: Издательский дом МЭИ, 2015. — 373. с. ISBN 978-5-383-00918-5.

2. Радионов А. А. Параметрирование преобразователей фирмы «SIEMENS». [Текст]: учебное пособие / А. А Радионов А. В. Белый, С. А.Линьков, Ю. В. Мерзляков, Г. Г.Толмачев, Н. В. Фомин; МГТУ, [каф. АЭП и М].- Магнитогорск, 2011.- 94 с.

3. Фролов Ю.М. Проектирование электропривода промышленных механизмов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. – СПб.: Лань,-2014.-448с. - Режим доступа: <https://lanbook.com/catalog/energetika/proektirovanie-elektroprivoda-promyshlennyh-mehanizmov-62706106/>. ISBN 978-5-8114-1571-7 .

4. Васильев Б.Ю. Электропривод. Энергетика электропривода. Учебник. – М.: СО-ЛОН-Пресс, 2015. – 268. ISBN 978-5-91359-155-5.

### **в) Методические указания:**

1. Автоматизированный электропривод: метод. указания по вып. лабораторных работ : напр. 220700.68 / Э. А. Гуков ; Т. В. Федоров ; С. Н. Злобин ; Г. П. Короткий ; К. И. Капырин - Орел : Изд-во ФГБОУ ВПО "Госунiversитет - УНПК" , 2013. - 55 с.

2. Наладка и диагностика автоматизированного электропривода: методические указания к лабораторной работе – Изучение двигателя постоянного тока –тиристорный преобразователь. — Могилев: Белорусско-Российский университет, 2018. — 14 с. Режим до-ступа:

[http://e.biblio.bru.by/bitstream/handle/1212121212/11476/12\\_Izuthenie\\_dvigately\\_postoynnogo](http://e.biblio.bru.by/bitstream/handle/1212121212/11476/12_Izuthenie_dvigately_postoynnogo)

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оборудование аудитории
Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий: лаборатория автоматизированного электропривода постоянного и переменного тока	компьютеры Syntex mod-1+ LCD LG TFT19; лабораторный стенд №1; лабораторный стенд №2; стенд ШЭП-ПЧ «Исследование электроприводов постоянного тока»
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с ПО из п. 8(г), выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

## **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

По дисциплине «Наладка электротехнических комплексов» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает ответы на вопросы на лабораторных занятиях при защите работ.

### **Вопросы к защите лабораторной работы №1:**

1. Проверка соединений жил контрольных кабелей
2. Приемы работы с аналоговыми и цифровыми измерительными приборами
- Проверка установки щеток на «нейтраль» в двигателе постоянного тока
3. Определение полярности обмоток асинхронного двигателя с к.з. ротором
4. Фазировка тиристорных преобразователей

### **Вопросы к защите лабораторной работы №2:**

1. Как осуществляется прозвонка контрольных кабелей?
2. Приемы работы с аналоговыми и цифровыми измерительными приборами
3. Проверка установки щеток на «нейтраль» в двигателе постоянного тока
4. Определение полярности обмоток асинхронного двигателя с к.з. ротором

### **Вопросы к защите лабораторной работы №3:**

1. Какие особенности присущи тиристорному преобразователю (ТП), как динамическому звену системы электропривода?
2. Какая передаточная функция ТП принимается при исследовании динамических свойств системы электропривода?
3. Какие параметры определяют величину постоянной времени ТП?
4. От чего зависит величина коэффициента передачи ТП? В каком случае коэффициент остается постоянным, а в каком переменным?
5. Как рассчитать параметры ТП?
6. Какие допущения принимаются при выводе структурной схемы электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ)?

### **Вопросы к защите лабораторной работы №4:**

1. Как получить структурную схему электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения?
2. Какие управляющие и возмущающие воздействия можно выделить для ДПТ?
3. Какие факторы определяют быстродействие якорной цепи ДПТ?
4. Какие факторы определяют быстродействие электромеханического преобразования в ДПТ?
5. Как определить передаточную функцию ДПТ по управляющему воздействию?
6. Как получить передаточную функцию ДПТ по возмущающему воздействию?
7. Что влияет на коэффициент демпфирования ДПТ?
8. В каком случае переходные процессы в ДПТ носят колебательный характер?
9. В каком случае переходные процессы в ДПТ апериодические?
10. Как рассчитать параметры якорной цепи ДПТ?
11. Как рассчитать параметры электромеханического преобразователя ДПТ?
12. Как определить корни характеристического уравнения ДПТ?
13. Наладка контура регулирования тока
14. Наладка контура регулирования скорости

### **Задание для лабораторной работы №1**

1. Проверка соединений жил контрольных кабелей
- 1.1. Проверить контактные информационные соединения лабораторного стенда без демонтажа;



1.2. Проверить силовые контактные кабели, питающие электродвигатель лабораторного стенда без демонтажа.

#### **Задание для лабораторной работы №2**

1. Приемы работы с аналоговыми и цифровыми измерительными приборами
  - 1.1. Изучить возможности цифрового мультиметра;
  - 1.2. Измерить сопротивление обмоток асинхронного двигателя;
  - 1.3. Измерить сопротивление обмоток силового трансформатора
2. Проверка установки щеток на «нейтраль» в двигателе постоянного тока.
3. Определение полярности обмоток асинхронного двигателя с к.з. ротором.

#### **Задание для лабораторной работы №3**

1. Собрать схему разомкнутой системы ТП-Д.
2. Регулированием угла альфа ТП разогнать двигатель постоянного тока до номинальной скорости.
3. Запрограммировать задатчик интенсивности на время разгона и торможения двигателя, указанное преподавателем.
4. Снять переходные процессы пуско-тормозных режимов работы разомкнутой системы ТП-Д.

#### **Задание для лабораторной работы №4**

1. Рассчитать параметры системы ТП-Д лабораторного стенда.
2. Рассчитать параметры двухконтурной системы автоматического регулирования скорости системы ТП-Д.
3. В программе Матлаб построить переходные процессы САР скорости системы ТП-Д для следующих режимов:
  - пуск двигателя на холостом ходу;
  - пуск двигателя под нагрузкой;
  - приложение нагрузки к валу двигателя в статическом режиме.

#### **а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-1: Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки		
ОПК-1.1	Использует методы научного исследования для решения проблем современной энергетики	<p><b>Вопросы для подготовки к зачету:</b></p> <p><b>Вопросы к защите лабораторной работы №1:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проверка соединений жил контрольных кабелей</li> <li>2. Приемы работы с аналоговыми и цифровыми измерительными приборами</li> </ol> <p>Проверка установки щеток на «нейтраль» в двигателе постоянного тока</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Определение полярности обмоток асинхронного двигателя с к.з. ротором</li> <li>4. Фазировка тиристорных преобразователей</li> </ol> <p><b>Вопросы к защите лабораторной работы №2:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как осуществляется прозвонка контрольных кабелей?</li> <li>2. Приемы работы с аналоговыми и цифровыми</li> </ol>

		<p>измерительными приборами</p> <p>3. Проверка установки щеток на «нейтраль» в двигателе постоянного тока</p> <p>4. Определение полярности обмоток асинхронного двигателя с к.з. ротором</p> <p><b>Вопросы к защите лабораторной работы №3:</b></p> <p>1. Какие особенности присущи тиристорному преобразователю (ТП), как динамическому звену системы электропривода?</p> <p>2. Какая передаточная функция ТП принимается при исследовании динамических свойств системы электропривода?</p> <p>3. Какие параметры определяют величину постоянной времени ТП?</p> <p>4. От чего зависит величина коэффициента передачи ТП? В каком случае коэффициент остается постоянным, а в каком переменным?</p> <p>5. Как рассчитать параметры ТП?</p> <p>6. Какие допущения принимаются при выводе структурной схемы электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ)?</p> <p><b>Примерные практические задания для подготовки к зачету:</b></p> <p><b>Задание для лабораторной работы №1</b></p> <p>1. Проверка соединений жил контрольных кабелей</p> <p>1.1. Проверить контактные информационные соединения лабораторного стенда без демонтажа;</p> <p>1.2. Проверить силовые контактные кабели, питающие электродвигатель лабораторного стенда без демонтажа.</p> <p><b>Задание для лабораторной работы №2</b></p> <p>1. Приемы работы с аналоговыми и цифровыми измерительными приборами</p> <p>1.1. Изучить возможности цифрового мультиметра;</p> <p>1.2. Измерить сопротивление обмоток асинхронного двигателя;</p> <p>1.3. Измерить сопротивление обмоток силового трансформатора</p> <p>2. Проверка установки щеток на «нейтраль» в двигателе постоянного тока.</p> <p>3. Определение полярности обмоток асинхронного двигателя с к.з. ротором.</p> <p><b>Задание для лабораторной работы №3</b></p> <p>1. Собрать схему разомкнутой системы ТП-Д.</p> <p>2. Регулированием угла альфа ТП разогнать двигатель постоянного тока до номинальной скорости.</p> <p>3. Запрограммировать задатчик интенсивности на время разгона и торможения двигателя, указанное</p>
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>преподавателем.</p> <p>4. Снять переходные процессы пуско-тормозных режимов работы разомкнутой системы ТП-Д.</p>
ОПК-1.2	Способен формулировать критерии оценки эффективности путей решения поставленных задач	<p><b>Вопросы для подготовки к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как получить структурную схему электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения?</li> <li>2. Какие управляющие и возмущающие воздействия можно выделить для ДПТ?</li> <li>3. Какие факторы определяют быстродействие якорной цепи ДПТ?</li> <li>4. Какие факторы определяют быстродействие электромеханического преобразования в ДПТ?</li> <li>5. Как определить передаточную функцию ДПТ по управляющему воздействию?</li> <li>6. Как получить передаточную функцию ДПТ по возмущающему воздействию?</li> <li>7. Что влияет на коэффициент демпфирования ДПТ?</li> <li>8. В каком случае переходные процессы в ДПТ носят колебательный характер?</li> <li>9. В каком случае переходные процессы в ДПТ апериодические?</li> <li>10. Как рассчитать параметры якорной цепи ДПТ?</li> <li>11. Как рассчитать параметры электромеханического преобразователя ДПТ?</li> <li>12. Как определить корни характеристического уравнения ДПТ?</li> <li>13. Наладка контура регулирования тока</li> <li>14. Наладка контура регулирования скорости</li> </ol> <p><b>Задание для лабораторной работы №4</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассчитать параметры системы ТП-Д лабораторного стенда.</li> <li>2. Рассчитать параметры двухконтурной системы автоматического регулирования скорости системы ТП-Д.</li> <li>3. В программе Матлаб построить переходные процессы САР скорости системы ТП-Д для следующих режимов: <ul style="list-style-type: none"> <li>- пуск двигателя на холостом ходу;</li> <li>- пуск двигателя под нагрузкой;</li> <li>- приложение нагрузки к валу двигателя в статическом режиме.</li> </ul> </li> </ol>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Наладка электротехнических комплексов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений.

**Показатели и критерии промежуточной аттестации:**

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
  - на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
  - на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
  - на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
  - на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- Обучающийся получает отметку **«зачтено»** при условии выполнения и защиты всех предусмотренных лабораторных работ на оценку не ниже «удовлетворительно».