

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института энергетики и  
автоматизированных систем  
 С.И. Лукьянов  
« 27 » сентября 2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Автоматизация типовых технологических процессов

Направление подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность программы  
Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования - бакалавриат

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

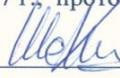
Форма обучения  
Очная

Институт	Энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированного электропривода и мехатроники
Курс	4
Семестр	8

Магнитогорск  
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МОиН РФ от 3 сентября 2015 г. № 955.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизированного электропривода и мехатроники «22» сентября 2017 г., протокол № 2.

И.о. зав. кафедрой  / В.В. Шохин /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем «27» сентября 2017 г., протокол № 2.

Председатель  / С.И. Лукьянов /

Рабочая программа составлена: доцент каф. АЭПиМ, к.т.н., доцент

 / Г.Г. Толмачев /

Рецензент: зам. начальника ЦЭТЛ ОАО «ММК» по электроприводу, к.т.н.

 / А.Ю. Юдин /





## 1. Цели освоения дисциплины

Целями усвоения дисциплины «Автоматизация типовых технологических процессов» является ознакомление студентов специальности с особенностями типовых технологических процессов в металлургическом производстве, а также с принципами построения, алгоритмами управления и реализацией их АСУ ТП.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП подготовки бакалавра

Дисциплина «Автоматизация типовых технологических процессов» является дисциплиной, входящей в вариативную часть образовательной программы. Дисциплина относится к блоку профессиональных дисциплин по выбору

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

Алгебра логики и основы дискретной техники,  
Схемотехника,  
Основы микропроцессорной техники,  
Элементы систем автоматики.

Программируемые промышленные контроллеры

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для ИГА, выполнения ВКР и последующей производственной деятельности при проектировании, эксплуатации современных АСУ ТП в металлургии.

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

В результате освоения дисциплины «Автоматизация типовых технологических процессов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ПК-7</b> готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	
Знать	основные определения, понятия и классификацию современных АСУ ТП; принципы их построения, алгоритмы функционирования, обеспечивающие программное или оптимальное управление технологическими режимами или комплексами, особенности датчиков технологических параметров процесса прокатки, структуру и алгоритмы работы некоторых локальных АСУ ТП непрерывных и реверсивных прокатных станов

Уметь	выбирать технические средства автоматизации для обеспечения заданного режима, использовать информационные технологии при проектировании и конструировании технических средств автоматики использовать компьютерные технологии моделирования технологических процессов и средств автоматизации, обработки результатов;
Владеть	Методами реализации алгоритмов локальных АСУТП на языках программирования ПЛК

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 69.95 акад. часов:
  - аудиторная – 66 акад. часов;
  - внеаудиторная – 3.95 акад. часов
- самостоятельная работа – 38.35 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 10 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации- экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Общие принципы, методы построения и классификация современных АСУ ТП.	8							
1. Общие принципы, методы построения и классификация современных АСУ ТП.	8							ПК-7, зув
1.1 Введение. Роль АСУ ТП в совершенствовании современного производства. Место и роль автоматизированного электропривода в современных АСУ ТП.	8	1		2	2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к практическому занятию.	устный опрос (собеседование);	ПК-7, зув

1.2 . Назначение, характеристики и общая структура современных АСУ ТП. Иерархический принцип построения АСУ ТП. Задачи, решаемые АСУ на различных уровнях	8	1		2	2	Подготовка к практическому занятию.	устный опрос (собеседование);	ПК-7, зу
1.3 Особенности алгоритмов функционирования системы стабилизации технологических режимов, построенных как по принципу отклонения, так и по возмущению	8	2		2	1	Подготовка к практическому занятию.	устный опрос (собеседование);	ПК-7, в
1.4 Алгоритмы оптимизации режимов технологических процессов. Понятие о целевой функции управления. Методы автоматического поиска экстремума целевой функции (Гаусса, градиента, наискорейшего спуска, симплекс-метод)	8	4		2И <sup>1</sup>	1	Подготовка к практическому занятию.	устный опрос (собеседование);	ПК-7, зув
Итого по разделу	8	8		$\frac{8}{2И^1}$	6			
<b>2. Основные датчики и измерители параметров технологического процесса прокатки</b>	<b>8</b>							
2.1 Измерители натяжения полосы на станах холодной прокатки листа. Измерение и регулирование натяжения полосы на полунепрерывных станах горячей прокатки на основе безразличных петледержателей	8	2		2 И <sup>1</sup>	2	Подготовка к практическому занятию.	устный опрос (собеседование);	ПК-7, зу

2.2 Измерители давления металла на валки при прокатке (тензометрические, магнитоанизотропные)	8	2		2	2	Подготовка к практическому занятию.	устный опрос (собеседование);	ПК-7, зу
2.3 . Цифроаналоговые и цифровые датчики положения верхнего валка (раствора валков)	8	2		2	2	Подготовка к практическому занятию.	устный опрос (собеседование);	ПК-7, в
2.4 Измерители толщины полосы: прямые контактные, бесконтактные рентгеновские и радиоизотопные, косвенные по методу Симса - Головина	8	2		2И <sup>1</sup>	4	Подготовка к практическому занятию.	устный опрос (собеседование);	ПК-7, зув
2.5 Измерители температуры полосы. Фотоэлектрические датчики положения металла на листопрокатных и сортопрокатных станах	8	2		2	2	Подготовка к практическому занятию.	устный опрос (собеседование);	ПК-7, зу
2.6 Лазерные измерители скорости, длины и формы прокатываемых полос	8	2		2	2	Подготовка к практическому занятию.	устный опрос (собеседование);	ПК-7, зув
Итого по разделу		12		$\frac{12}{4И^1}$	14			
3. Структура, принципы построения и алгоритмы работы АСУ ТП непрерывных и реверсивных листовых и сортовых прокатных станов	<b>8</b>							
3.1 Особенности технологического процесса, структура и особенности АСУ ТП непрерывных широкополосных станов горячей прокатки (НШСГП)	8	1		1	2	Подготовка к практическому занятию.	устный опрос (собеседование);	ПК-7, зув

3.2 Локальная АСУ скоростными режимами чистовых клетей (НШСП)	8	1		2 И <sup>1</sup>	2	Подготовка к практическому занятию.	устный опрос (собеседование);	ПК-7, зу
3.3 АСУ толщины и профиля полосы; стабилизации температуры прокатки (межклетевого охлаждения полосы водой) (НШСП)	8	2		2	2	Подготовка к практическому занятию.	устный опрос (собеседование);	ПК-7, в
3.4 Особенности технологического процесса и структура АСУ ТП непрерывных станов холодной прокатки листа (НСХП)	8	2		2И <sup>1</sup>	4	Подготовка к практическому занятию.	устный опрос (собеседование);	
3.5 АСУ толщины полосы (НСХП)	8	2		2	3	Подготовка к практическому занятию.	устный опрос (собеседование);	
3.6 Особенности технологического процесса и структура АСУ ТП на реверсивных станах холодной прокатки листа (РСХП), АСУ толщины и натяжения	8	2		2	3.35	Подготовка к практическому занятию.	устный опрос (собеседование);	ПК-7, зу
3.7 Особенности технологического процесса прокатки на непрерывных мелкосортных станах. Особенности АСУ, обеспечивающей режим "свободной" прокатки	8	2		2	2	Подготовка к практическому занятию.	устный опрос (собеседование);	ПК-7, зув
Итого по разделу	8	13		$\frac{13}{4}$ И <sup>1</sup>	18.35			
<b>Итого за семестр</b>		33		$\frac{33}{12}$ И <sup>1</sup>	38.35		Экзамен	
<b>Итого по дисциплине</b>		33		$\frac{33}{12}$ И <sup>1</sup>	38.35		Экзамен	

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форм

## **5 Образовательные и информационные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Автоматизация типовых технологических процессов» используются традиционные технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу происходит с использованием мультимедийного оборудования. Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Лекционные занятия проводятся с использованием презентационного оборудования (проектор, экран, ноутбук), в качестве наглядных материалов используются схемы расположения технологического оборудования, конструктивные особенности датчиков технологических параметров, функциональные схемы АСУ ТП. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения применяются методы ИТ. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении практических занятий используются работа в команде и технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов по всем основным разделам курса, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Практические/ лабораторные занятия проводятся в форме практической подготовки в условиях выполнения обучающимися видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы

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

Раздел 1. Общие принципы, методы построения и классификация современных АСУ ТП.

1. Каковы разновидности АСУ ТП в зависимости от решаемых задач и их целей?
2. Как выглядит структура современной АСУ ТП.
3. В чем суть иерархического принципа построения АСУ ТП и какие преимущества он дает?
5. В чем состоит суть оптимального управления АСУ ТП?
6. Что такое целевая функция управления?
7. В чем состоят особенности автоматических методов поиска экстремума целевой функции?

Раздел 2. Основные датчики и измерители параметров технологического процесса прокатки

1. Требования, предъявляемые к датчикам параметров технологического процесса прокатки.
2. В чем разница в принципах измерения натяжения полосы на станах горячей и холодной прокатки листа?
3. Принцип действия измерителей давления металла на валки при прокатке (тензометрические, магнитоанізотропные).

4. Способы измерения раствора валков при прокатке.
5. Классификация измерителей толщины по принципам и способам измерения.
6. Принцип действия рентгеновских измерителей толщины компенсационного типа.
7. Принцип действия рентгеновских измерителей толщины прямого действия
8. Принцип действия косвенных измерителей толщины по методу Симса-Головина.
9. Принцип действия фотоэлектрических измерителей температуры полосы.
10. Принцип действия лазерных измерителей скорости, формы листа и размеров сортового проката.

Раздел 3. Структура, принципы построения и алгоритмы работы АСУ ТП непрерывных и реверсивных листовых и сортовых прокатных станов

1. Основные требования, предъявляемые к АСУ ТП непрерывных станов горячей прокатки.
2. Назовите основные локальные АСУ ТП на непрерывном стане горячей прокатки и решаемые ими задачи (НСГП)?
3. Особенности системы управления скоростными режимами чистовых клетей (НСГП);
4. Особенности системы автоматического регулирования натяжения полосы в межклетевых промежутках на основе безразличных петледержателей (НСГП);
5. Особенности системы автоматического регулирования толщины полосы (НСГП);
6. Особенности системы стабилизации температуры прокатки (межклетевого охлаждения полосы водой) (НСГП).
7. Особенности технологического процесса на непрерывных станах холодной прокатки листа (НСХП).
8. Особенности и структура АСУ ТП НСХП:
9. Особенности грубого регулятора толщины полосы на входе стана;
10. Особенности тонкого регулятора толщины полосы на выходе стана.
11. Основные способы регулирования профиля и формы полосы при холодной прокатке. Системы регулирования формы и профиля полосы.
12. Особенности технологического процесса на реверсивных станах холодной прокатки листа (РСХП). Особенности и структура АСУ ТП РСХП (системы регулирования толщины и натяжения).
13. Особенности технологического процесса на непрерывных сортовых прокатных станах. Особенности АСУ ТП, обеспечивающей режим "свободной" прокатки;
14. Безотходный раскрой металла летучими ножницами

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### А) планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-7</b> готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике		
Знать	основные определения, понятия и классификацию современных АСУ ТП; принципы их построения, алгоритмы функционирования, обеспечивающие программное или оптимальное управление технологическими режимами или комплексами, особенности датчиков технологических параметров процесса прокатки, структуру и алгоритмы работы некоторых локальных АСУ ТП непрерывных и реверсивных прокатных станов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем состоит разница в решаемых задачах АСУТП стабилизации программных и оптимальных?</li> <li>2. Дать структуру современной АСУ ТП?</li> <li>3. В чем суть иерархического принципа построения АСУ ТП и какие преимущества он дает?</li> <li>5. Дать определение оптимальной АСУ ТП?</li> <li>6. Представить блок-схемы алгоритмов поиска экстремума целевой функции по методам Гаусса, градиента, наискорейшего спуска и симплекс-метода.</li> <li>7. В чем состоит разница в алгоритмах функционирования систем ограничения натяжения полосы в черновой и чистой группам клетей непрерывных станов горячей прокатки?</li> <li>8. От каких факторов зависит точность измерения положения валков с кодовыми датчиками и датчиками накопительного типа?</li> <li>9. Особенности применения кода Грея в абсолютных энкодерах.</li> <li>10. Как обеспечивается «безразличный» режим работы петледержателя на непрерывных станах горячей прокатки?</li> <li>11. Достоинства и недостатки бесконтактных и косвенных измерителей толщины полосы по методу Головина-Симса.</li> <li>12. В чем особенности алгоритма САР толщины по принципу «абсолютно жесткой клетки» ?</li> <li>13. Алгоритмы грубой и тонкой САР толщины на станах холодной прокатки листа.</li> </ol>
Уметь	выбирать технические средства автоматизации для обеспечения заданного режима, использовать информационные технологии при проектировании и конструировании технических средств автоматики использовать компьютерные технологии моделирования технологических процессов и средств автоматизации, обработки результатов;	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработать структурную схему и математическую модель САР положения и скорости валков прокатного стана в среде Matlab Simulink.</li> <li>2. Выбрать программируемый логический контроллер (ПЛК), реализовать в нем необходимый алгоритм работы локальной АСУ ТП, обеспечить связь ПЛК с исполнительными устройствами через модули ввода-вывода, а также связь по промышленным сетям с АСУТП верхнего уровня.</li> <li>3. Выбрать современные датчики технологических параметров (толщины и формы полосы, размеров сортового проката, межклетевого натяжения, и т.д.),</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способами анализа качества работы регулятора технологического параметра,</li> <li>способами оценки значимости и практической пригодности применения конкретного регулятора технологического параметра;</li> <li>методами оценки производственных и непроизводственных затрат на обеспечение заданного режима технологического процесса;</li> </ul>	<p>1. Реализовать на языке Step 7 ПЛК Simatic S- 400 алгоритм функционирования системы ограничения межклетевых усилий в непрерывной черновой группе листопрокатного стана 2000 горячей прокатки.</p>

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

Критерии оценки экзамена:

- на оценку **«отлично»** – студент должен показать высокий уровень сформированности компетенций не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;
- на оценку **«хорошо»** – студент должен показать средний уровень сформированности компетенций не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;
- на оценку **«удовлетворительно»** – студент должен показать пороговый уровень сформированности компетенций на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- на оценку **«неудовлетворительно»** – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1 Основная литература

1. Тимохин, А. Н. Моделирование систем управления с применением MatLab : учеб. пособие / А.Н. Тимохин, Ю.Д. Румянцев ; под ред. А.Н. Тимохина. — Москва : ИНФРА-М, 2017. — 256 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа: <https://new.znaniium.com>]. —(Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/14347](http://www.dx.doi.org/10.12737/14347). - ISBN 978-5-16-010185-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znaniium.com/catalog/product/590240> (дата обращения: 24.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В.П. Ившин, М.Ю. Перухин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 400с.: 60x90 1/16 Режим доступа: <http://znaniium.com/bookread.php?book=430323> Заглавие с экрана: ISBN 978-5-16-005162-8.

### 8.2 Дополнительная литература

1 Шишов О.В. Технические средства автоматизации и управления: Учебное пособие / [Электронный ресурс]: О.В. Шишов. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 397 с. 60x90 1/16. - Режим доступа: <http://znaniium.com/bookread.php?book=242497> Заглавие с экрана:- ISBN 978-5-16-00513

2 Ившин В.П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: учебное пособие / [Электронный ресурс]: В.П. Ившин, М.Ю. Перухин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 400с.: 60x90 1/16 - Режим доступа: <http://znaniium.com/bookread.php?book=363591> - ISBN 978-5-16-005162-8.

### 8.3 Учебно- методические указания

8.3.1 Методические указания для студентов по подготовке к практическим работам/ составители: **Толмачев Г.Г.** ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2017. - 45 с. : ил., табл. - Текст : непосредственный.

8.3.2 Методические указания для студентов по подготовке к практическим работам/ составители: **Толмачев Г.Г.** ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2016. - 82 с. : ил., табл. - Текст : непосредственный.

8.3.3 Методические указания для студентов по подготовке к практическим работам/ составители: **Толмачев Г.Г.** ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2017. - 64 с. : ил., табл. - Текст : непосредственный.

8.3.4. Методические указания для студентов по подготовке к практическим работам/ составители: **Толмачев Г.Г.** ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2018. - 89 с. : ил., табл. - Текст : непосредственный.

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

#### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно

MathWorks MatLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
MS Office Visio Prof 2013(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

### 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>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебные аудитории для проведения практических занятий, 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