



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И  
ПРОИЗВОДСТВ***

Направление подготовки (специальность)  
27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль/специализация) программы  
Системы и средства автоматизации технологических процессов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

|                     |                                                 |
|---------------------|-------------------------------------------------|
| Институт/ факультет | Институт энергетики и автоматизированных систем |
| Кафедра             | Автоматизированных систем управления            |
| Курс                | 4                                               |
| Семестр             | 7, 8                                            |

Магнитогорск  
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах (приказ Минобрнауки России от 31.07.2020 г. № 871)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

29.01.2025, протокол № 6

Зав. кафедрой



С.М. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
04.02.2025 г. протокол № 3

Председатель



В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры АСУ,



А.Р. Бондарева

доцент АСУ, канд. техн. наук



Е.С. Рябчикова

Рецензент:

Технический директор ЗАО "Консом СКС"



Е.Ю. Васильев

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

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

Целями освоения дисциплины «Автоматизация технологических процессов и производств» являются: обучение студентов важнейшим научным принципам проектировании отдельных частей АСУТП в соответствии с техническим заданием с учетом существующих и выбранных оптимальных технических решений, соблюдая требования к функционалу системы. Обучение студентов обоснованию проектных решений, а также разработки технической документации для отдельных разделов эскизного проекта на различных стадиях проектирования АСУ ТП.

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

Дисциплина Автоматизация технологических процессов и производств входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Автоматизированные информационные системы

Комплексы технических средств в САУ

Моделирование систем управления

Технические средства автоматизации и управления

Технические измерения и приборы

Системы автоматизации и управления

Производственная - проектная практика

Аппаратное и программное обеспечение открытых интегрированных систем

Базы данных и системы диспетчерского управления в АСУ ТП

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

Производственная – преддипломная практика

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Автоматизация технологических процессов и производств» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3           | Способен принимать участие в проектировании отдельных частей автоматизированной системы управления технологическими процессами с учетом существующих и выбранных оптимальных технических решений, соблюдая требования к функционалу системы и проводить обоснование проектных решений, а также разрабатывать документацию текстовой и графической частей эскизного и технического проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами |
| ПК-3.1         | Решает профессиональные задачи по проектированию отдельных частей автоматизированной системы управления технологическими процессами                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ПК-3.2         | Выполняет обзор существующих решений по автоматизации объекта, определяет технические требования и перечень изделий для комплектования автоматизированной системы управления                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ПК-3.3         | Выбирает способы разработки и оформления текстовой и графической частей проектной документации автоматизированной                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|  |                                                                                                         |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | системы управления технологическими процессами в соответствии с требованиями нормативных правовых актов |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц 360 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 191,55 акад. часов;
- аудиторная – 182 акад. часов;
- внеаудиторная – 9,55 акад. часов;
- самостоятельная работа – 97,05 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 11 акад. час;
- подготовка к экзамену – 71,4 акад. час

Форма аттестации - экзамен, курсовой проект

| 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. Структура современной АСУ ТП                                                                        |         |                                              |           |             |                                 |                                                                                                                                                            |                                                                     |                        |
| 1.1 Иерархическая структура АСУ ТП. Уровни и функции АСУ ТП по назначению. Управляющие функции АСУ ТП. | 7       | 2                                            | 2         |             | 2                               | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по лабораторным работам. | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
| 1.2 Виды обеспечений АСУ. Формулировка требований к функционированию АСУ. Задачи АСУ ТП.               |         | 2                                            | 2         |             | 4                               | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме. Подготовка отчета по лабораторным работам.                 | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
| Итого по разделу                                                                                       |         | 4                                            | 4         |             | 6                               |                                                                                                                                                            |                                                                     |                        |
| 2. Принципы анализа технологического процесса при подготовке его к автоматизации                       |         |                                              |           |             |                                 |                                                                                                                                                            |                                                                     |                        |
| 2.1 Последовательность проведения этапов                                                               | 7       | 2                                            | 2         |             | 2                               | Самостоятельное изучение                                                                                                                                   | Устный опрос по лекционному                                         | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |

|                                                                                                                                          |   |    |    |  |      |                                                                                                                                                               |                                                                     |                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----|--|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------|
| анализа технологических объектов при подготовке их к автоматизации. Обследование объекта и обоснование необходимости создания в АС.      |   |    |    |  |      | учебной и научной литературы.<br>Поиск дополнительной информации по теме.                                                                                     | материалу                                                           |                        |
| 2.2 Формирование требований пользователя к автоматизированной системе. Изучение объекта автоматизации.                                   | 7 | 2  | 2  |  | 2    | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.<br>Поиск дополнительной информации по теме.                                                            | Устный опрос по лекционному материалу                               | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
| 2.3 Разработка концепции автоматизированной системы. Эскизный проект. Пример разработки эскизного проекта.                               |   | 2  | 2  |  | 8    | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.<br>Поиск дополнительной информации по теме. Подготовка отчета по лабораторным работам.                 | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
| Итого по разделу                                                                                                                         |   | 6  | 6  |  | 12   |                                                                                                                                                               |                                                                     |                        |
| Итого за семестр                                                                                                                         |   | 36 | 36 |  | 68,2 |                                                                                                                                                               | экзамен                                                             |                        |
| 3. Анализ технологических процессов металлургического производства                                                                       |   |    |    |  |      |                                                                                                                                                               |                                                                     |                        |
| 3.1 Автоматизация процесса измельчения рудных материалов. Устройства первичной стадии дробления. Открытые и закрытые режимы измельчения. | 7 | 2  | 2  |  | 6    | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.<br>Поиск дополнительной информации по теме. Подготовка отчета по лабораторным работам.                 | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
| 3.2 Автоматизация процессов обогащения железных руд.                                                                                     |   | 2  | 2  |  | 2    | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.<br>Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по лабораторным работам. | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
| 3.3 Автоматизация                                                                                                                        |   | 2  | 4  |  | 8    | Самостоятельно                                                                                                                                                | Устный опрос по                                                     | ПК-3.1, ПК-            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |   |   |  |    |                                                                                                                                                                                                        |                                                                       |                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|--|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------|
| процесса агломерации рудной части шихты и процесса производства окатышей. Способы измерения уровня материалов в бункере, типы дозаторов вибрационные, барабанные, тарельчатые. Схемы и способы измерения массы сыпучих материалов на транспортерах. Схемы управления дозированием компонентов шихты. |   |   |   |  |    | е изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме. Подготовка отчета по лабораторным работам.                                                                           | лекционному материалу и по темам лабораторных работ                   | 3.2, ПК-3.3            |
| 3.4 Автоматизация процесса производства кокса. Особенности процесса. Функциональная схема контроля и автоматизации коксовой батареи. Оптимизация управления процессом извлечения полезных материалов из коксового газа.                                                                              | 7 | 2 | 2 |  | 6  | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по лабораторным работам.                                             | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ   | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
| 3.5 Особенности технологии выплавки чугуна в доменной печи. Функциональная схема контроля и управления выплавки чугуна, особенности работы отдельных контуров и систем управления: подачи материалов и загрузки, тепловым режимом, газодинамическим режимом и ходом печи.                            |   | 4 | 4 |  | 10 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по лабораторным работам. Подготовка к аудиторной контрольной работе. | Устный опрос по лекционному материалу. Аудиторная контрольная работа. | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
| 3.6 Технологические особенности выплавки стали в конверторах с продувкой металла кислородом. Функциональная схема контроля и управления конверторным процессом. Системы предотвращения выбросов и управление отводом плавильных газов.                                                               |   | 2 | 2 |  | 2  | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме. Подготовка отчета по лабораторным работам.                                                             | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ   | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
| 3.7 Автоматизация процесса выплавки стали в электродуговых                                                                                                                                                                                                                                           |   | 2 | 2 |  | 2  | Самостоятельное изучение учебной и                                                                                                                                                                     | Устный опрос по лекционному материалу и по                            | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |   |   |  |    |                                                                                                                                                                                                        |                                                                       |                        |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |   |   |  |     |                                                                                                                                                                  |                                                                     |                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|--|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------|
| сталеплавильных печах переменного тока                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |   |   |  |     | научной литературы.<br>Поиск дополнительной информации в электронных средствах.<br>Подготовка отчета по лабораторным работам.                                    | темам лабораторных работ                                            |                        |
| 3.8 Автоматизация процессов внепечной доводки стали в электродуговых ковш-печи (АКП) и установках вакуумирования стали. Технологические особенности циркуляционного вакуумирования стали. Функциональная схема контроля и регулирования процесса вакуумирования. Оптимизация управления процессом для достижения максимальной производительности. | 7 | 2 | 2 |  | 4   | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.<br>Поиск дополнительной информации в электронных средствах.<br>Подготовка отчета по лабораторным работам. | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
| 3.9 Автоматизация процесса разлива стали на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) и на литейно- прокатных комплексах                                                                                                                                                                                                                        |   | 2 | 2 |  | 4   | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.<br>Поиск дополнительной информации в электронных средствах.<br>Подготовка отчета по лабораторным работам. | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
| 3.10 Автоматизация процесса нагрева металла перед прокаткой и в процессе термической обработки в печах камерного и проходного типов                                                                                                                                                                                                               |   | 4 | 2 |  | 4,2 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.<br>Поиск дополнительной информации в электронных средствах.<br>Подготовка отчета по лабораторным работам. | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
| 3.11 Особенности управления технологическим процессом нагрева металла в печах проходного типа.                                                                                                                                                                                                                                                    |   | 2 | 2 |  | 2   | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.<br>Поиск                                                                                                  | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |

|                                                                                                                                                                                                                                                      |   |   |   |  |   |                                                                                                                                                            |                                                                     |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|--|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Функциональная схема контроля и управления тепловым режимом многозонной нагревательной печи. Оптимизация управления тепловым режимом нагревательных печей.                                                                                           |   |   |   |  |   | дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по лабораторным работам. Подготовка к экзамену                                        |                                                                     |        |
| 3.12 Особенности технологии получения плоского и сортового проката. Автоматизация прокатных станов.                                                                                                                                                  | 8 | 1 | 2 |  | 3 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по лабораторным работам. | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ | ПК-3.2 |
| 3.13 Системы управления параметрами процессов прокатки. Управление положением горизонтальных валков . Система автоматического регулирования толщины. Система компенсации эксцентриситета валков. Система автоматического регулирования ширины полосы |   | 1 | 2 |  | 2 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по лабораторным работам. | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ | ПК-3.2 |
| 3.14 Автоматизация процесса горячей прокатки. Системы позиционного управления механизмами прокатного стана. Система регулирования натяжения в непрерывной черновой группе клеток. Управление охлаждением и смоткой полосы                            |   | 1 | 1 |  | 2 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по лабораторным работам. | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ | ПК-3.2 |
| 3.15 Автоматизация процесса холодной прокатки. Структура АСУ ТП непрерывного стана холодной прокатки. Система управления работой стана. Системы управления гидравлическими нажимными устройствами.                                                   |   | 1 | 1 |  | 2 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка                                 | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ | ПК-3.2 |

|                                                                                                                                                                                                                                                        |   |   |   |  |   |                                                                                                                                                            |                                                                     |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|--|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Управление скоростью прокатки. Система регулирования плоскостности полосы непрерывного стана холодной прокатки. Функциональная схема АСУ ТП реверсивного стана холодной прокатки                                                                       |   |   |   |  |   | отчета по лабораторным работам.                                                                                                                            |                                                                     |        |
| 3.16 Системы автоматизации процесса сортовой прокатки. Управление положением линеек.                                                                                                                                                                   | 8 | 1 | 1 |  | 2 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по лабораторным работам. | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ | ПК-3.2 |
| 3.17 АСУ ТП прокатки труб на непрерывном и редуционном станах. Особенности процесса прокатки труб на непрерывном стане. Система управления скоростным режимом редуционного стана. Особенности управления температурным режимом прокатки труб           |   | 1 | 1 |  | 2 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по лабораторным работам. | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ | ПК-3.2 |
| 3.18 Технологии и автоматизация процесса отжига полосы. Функциональная схема контроля и регулирования процесса отжига рулонов в колапсовых печах. Специфика протяжной печи как объекта автоматизации. Управление тепловым режимом работы башенной печи |   | 1 | 1 |  | 2 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по лабораторным работам. | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ | ПК-3.2 |
| 3.19 Технологии и автоматизация процессов травления и нанесения покрытий. Непрерывный контроль механических свойств полосы. Управление натяжением полосы.                                                                                              |   | 1 | 1 |  | 2 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по                       | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных работ | ПК-3.2 |

|                                        |   |    |    |    |      |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                           |                        |
|----------------------------------------|---|----|----|----|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|                                        |   |    |    |    |      | лабораторным работам.                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |                        |
| Итого по разделу                       |   | 34 | 36 |    | 67,2 |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                           |                        |
| 4. Синтез систем управления            |   |    |    |    |      |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                           |                        |
| 4.1 Формализация контура регулирования | 8 | 4  | 4  | 6  | 2    | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по лабораторным и практическим работам. Подготовка курсового проекта. | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных и практических работ. Проверка графика выполнения курсового проектирования. | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
| 4.2 Типы локальных контуров управления |   | 4  | 4  | 9  | 1,85 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по лабораторным и практическим работам. Подготовка курсового проекта. | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных и практических работ. Проверка графика выполнения курсового проектирования. | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
| 4.3 Синтез регулятора                  |   | 4  | 4  | 6  | 2    | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по лабораторным и практическим работам. Подготовка курсового проекта. | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных и практических работ. Проверка графика выполнения курсового проектирования. | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
| Итого по разделу                       |   | 12 | 12 | 21 | 5,85 |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                           |                        |
| 5. Системная интеграция в АСУ          |   |    |    |    |      |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                           |                        |

|                                                                                                                                      |   |    |    |    |       |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                           |                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----|----|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 5.1 Методы интеграции систем АСУ ТП. Виды интеграции систем. Структурно-функциональная организация горизонтально интегрированной АСУ | 8 | 4  | 4  | 6  | 2     | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по лабораторным и практическим работам. Подготовка курсового проекта. | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных и практических работ. Проверка графика выполнения курсового проектирования. | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
| 5.2 Структурно-функциональная организация вертикально интегрированной АСУ .                                                          |   | 4  | 4  | 8  | 2     | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по лабораторным и практическим работам. Подготовка курсового проекта. | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных и практических работ. Проверка графика выполнения курсового проектирования. | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
| 5.3 Интеграция локальных контуров САР                                                                                                |   | 5  | 3  | 9  | 2     | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по лабораторным и практическим работам. Подготовка курсового проекта. | Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных и практических работ. Проверка графика выполнения курсового проектирования. | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 |
| Итого по разделу                                                                                                                     |   | 13 | 11 | 23 | 6     |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                           |                        |
| Итого за семестр                                                                                                                     |   | 33 | 33 | 44 | 28,85 |                                                                                                                                                                                                         | экзамен, кп                                                                                                                               |                        |
| Итого по дисциплине                                                                                                                  |   | 69 | 69 | 44 | 97,05 |                                                                                                                                                                                                         | экзамен, курсовой проект                                                                                                                  |                        |

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Автоматизация технологических процессов и производств» используются:

Традиционные образовательные технологии – информационная лекция (вводную лекцию, где дает первое представление о предмете и знакомство студентов с назначением и задачами курса); лекции – консультации, изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы; лабораторные и практические работы.

Технологии проблемного обучения – проблемные лекции является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения; практические занятия с использованием проблемного обучение, которое заключается в стимулировании студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы. Практическое занятие на основе кейс-метода – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной, общественной деятельности. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них.

Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Студенты в выполняют исследовательский курсовой проект, в котором производят научные исследования по заданной теме в рамках изучаемых в дисциплине. Результаты исследования представляют в форме устного доклада по презентации и курсового проекта.

Информационно-коммуникационные образовательные технологии – в ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала (лекции-визуализации), использование Интернет ресурсов для промежуточных аттестаций и проверки остаточных знаний.

## **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**

### **а) Основная литература:**

1. Парсункин, Б. Н. Автоматизация технологических процессов и производств в металлургии: учебное пособие / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев, Е. С. Рябчикова ; под ред. Б. Н. Парсункина ; МГТУ, [каф. ПКисУ]. - Магнитогорск, 2011. - 151 с. : ил., табл. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3370> (дата обращения: 14.01.2025). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Имеется печатный аналог.

2. Современные системы автоматизации и управления : учебное пособие / С. М. Андреев, Е. С. Рябчикова, Е. Ю. Мухина, Т. Г. Сухоносорова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3605>. - Текст : электронный. (дата обращения: 14.01.2025). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Парсункин Б. Н. Автоматизация и оптимизация управления тепловым режимом работы блока воздухонагревателей доменной печи : учебное пособие / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев, М. Ю. Рябчиков ; МГТУ, [каф. ПКиСУ]. - Магнитогорск, 2009. - 148 с. : ил., граф., схемы, табл. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1479>. - Текст : непосредственный. (дата обращения: 14.01.2025). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.
2. Парсункин Б. Н. Автоматизация технологических процессов и производств. Производство стали в мартеновских печах, двухванных агрегатах и кислородных конвертерах : учебное пособие / Б. Н. Парсункин, Т. Г. Сухоносова, А. Р. Бондарева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 264 с. : ил., табл. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1724>. - Текст : непосредственный. (дата обращения: 14.01.2025). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.
3. Парсункин Б. Н. Использование экспериментально-статистических методов моделирования для управления технологическими процессами : учебное пособие / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 177 с. : ил., граф., схемы, табл. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3485>. - ISBN 978-5-9967-0292-3. - Текст : непосредственный. (дата обращения: 14.01.2025). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0292-3. - Имеется печатный аналог.
4. Парсункин Б. Н. Автоматизация технологических процессов и производств. Коксохимическое производство : учебное пособие / Б. Н. Парсункин, Т. Г. Сухоносова ; Б. Н. Парсункин, Т. Г. Сухоносова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 226 с. : ил., табл. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3814>. - ISBN 978-5-9967-0586-3. - Текст : непосредственный. (дата обращения: 14.01.2025). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0586-3. - Имеется печатный аналог.
5. Парсункин Б. Н. Задачи по синтезу автоматизированных систем управления технологическими процессами и производством : учебное пособие / Б. Н. Парсункин, Т. Г. Сухоносова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 54 с. : ил., табл., схем. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20773>. - Текст : непосредственный. (дата обращения: 14.01.2025). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.
6. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления : учебник для вузов / И. Ф. Бородин, С. А. Андреев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 386 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07895-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453023> (дата обращения: 20.01.2025).
7. Храменков, В. Г. Автоматизация управления технологическими процессами бурения нефтегазовых скважин : учебное пособие для вузов / В. Г. Храменков. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 415 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00854-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451211> (дата обращения: 20.01.2025).
8. Трусов, А. Н. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / А. Н. Трусов. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 186 с. — ISBN 978-5-906969-39-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105407> (дата обращения: 20.01.2025).

### в) Методические указания:

1. Оптимизация управления технологическими процессами : практикум / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев, Е. С. Рябчикова, Т. Г. Обухова ; МГТУ. - Магнитогорск, 2013. - 177 с. : ил., граф., схемы, табл. - URL:

<https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3530>. - ISBN 978-5-9967-0393-7. -

Текст : непосредственный. (дата обращения: 14.01.2025). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0393-7. - Имеется печатный аналог.

2. Парсункин Б. Н. Задачи по синтезу автоматизированных систем управления технологическими процессами и производством : учебное пособие / Б. Н. Парсункин, Т. Г. Сухонослова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 54 с. : ил., табл., схем. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20773>. - Текст : непосредственный. (дата обращения: 14.01.2025). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

3. Автоматизация технологических процессов и производств. Часть 1 : практикум [для вузов] / С. М. Андреев, А. Р. Бондарева ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2023. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/21218>. (дата обращения: 18.01.2025) - ISBN 978-5-9967-2690-5. - Текст : электронный.

4. Методические рекомендации для выполнения курсового проекта.

Приложение 3

### 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              |
| FAR Manager                                                                     | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| Виртуальный стенд системы автоматического управления технологическим параметром | свидетельство №2013612340    | бессрочно              |
| Scilab Computation Engine                                                       | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| LibreOffice                                                                     | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| Браузер Mozilla Firefox                                                         | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| Браузер Yandex                                                                  | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| Calculate Linux Desktop Xfce                                                    | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| MAXIMA                                                                          | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| Anaconda Python                                                                 | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |



### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса                                                                                   | Ссылка                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова                                              | <a href="https://host.megaprolib.net/M/P0109/Web">https://host.megaprolib.net/M/P0109/Web</a>   |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL:<br><a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a> |
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»                | <a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>                             |

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа  
Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации (а. 450)

2. Учебная аудитория для проведения практических занятий и лабораторных работ: лаборатория автоматизации технологических процессов и производств, а.450.

Лабораторные установки и приборы для выполнения лабораторных и практических работ:

- лабораторный стенд «Промышленные датчики», ПД-МАКС;
- лабораторный стенд «Датчики технологической информации», ДТИ;
- лабораторный стенд «Промышленные датчики расхода», ПДР-СК + компьютер с предустановленным ПО от изготовителя.
- лабораторный стенд «Промышленные датчики температуры», ПДТ-СК + компьютер с предустановленным ПО от изготовителя.
- лабораторный стенд «Промышленные датчики давления», ПДД-СК + компьютер с предустановленным ПО от изготовителя;
- программируемый логический контроллер ПЛК-Siemens + ноутбук с предустановленным ПО от изготовителя;
- лабораторный стенд «Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции», АТГСВ-09-11ЛР-01 + ноутбук с предустановленным ПО от изготовителя;
- лабораторный стенд «Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения», АВИБ-У-01-12;
- лабораторный стенд «ПЛК-Omron-4OA-НН#»
- лабораторный стенд «Основы автоматики», ОА-МР

3. Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся

Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета а. 448, 450.

4. Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций

Доска, мультимедийный проектор, экран а. 448, 450.

5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Стеллажи для хранения учебно-методической документации а. 445

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

По дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся предполагает выполнение лабораторных и практических работ и доклад по полученным результатам, а также устный опрос о порядке выполнения лабораторной и практической работы, полученным умениям и навыкам.

#### Примеры вопросов для устного опроса по выполненным лабораторным работам

| Тема лабораторной работы                                                                                                       | Вопросы для устного опроса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Изучение нелинейных систем двухпозиционного регулирования с полным и неполным управляющим воздействием                      | 1. Чем обеспечивается двухпозиционность управления?<br>2. Как технически реализуется двухпозиционное регулирование?<br>3. Достоинства и недостатки двухпозиционного способа управления?<br>4. Практический пример использования двухпозиционного регулирования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 2. Принцип работы и методика расчета переходного процесса трехпозиционного импульсного регулятора                              | 1. Преимущества и недостатки 3х-позиционного управления?<br>2. В чем заключается преимущество импульсного управления перед непрерывным?<br>3. Устройство лабораторной установки и цель работы?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3. Изучение системы типового ПИ-регулирования при управлении инерционным звеном с запаздыванием технологическим процессом      | 1. Основные свойства типового ПИ-закона управления?<br>2. Цель работы и устройство лабораторного стенда?<br>3. Что означает понятие «Величина перегулирования в контуре»?<br>4. Что означает понятие «время изодрома»?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 4. Определение оптимальных параметров настройки ПИ-регулятора по экспериментальной частотной характеристике объекта управления | 1. Что такое частотная характеристика? Какие виды частотных характеристик используются для исследования систем?<br>2. Поясните методику экспериментального определения частотной характеристики. Как формируется входной сигнал объекта управления?<br>3. Как по частотной характеристике объекта управления определяются параметры объекта?<br>4. Поясните методику определения настроек ПИ-регулятора по частотной характеристике объекта. Как строится частотная характеристика разомкнутого контура?<br>5. Что такое годограф объекта.? Поясните как построить годограф объекта по экспериментальным данным при определении частотной характеристики? |

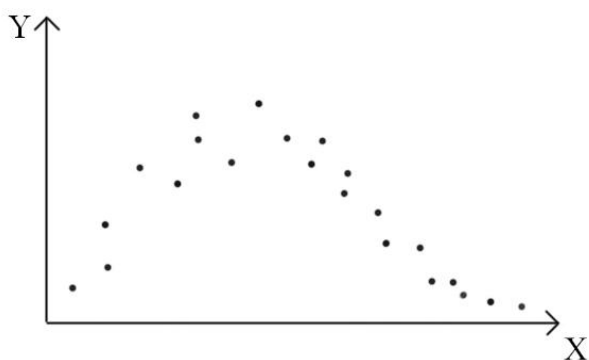
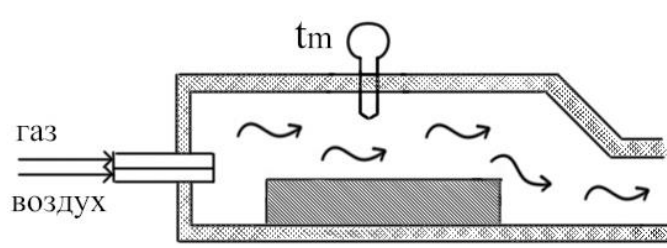
|                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>5. Математическое моделирование контура промышленной системы автоматического регулирования с ПИ-регулятором и исполнительным механизмом постоянной скорости</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как определяется математическая модель объекта управления? Какие элементы входят в математическую модель исследуемого объекта?</li> <li>2. В чем заключается методика определения постоянных времени инерционных звеньев математической модели процесса по экспериментальной кривой разгона?</li> <li>3. Как и с какой целью выполняется ограничение интегральной части ПИД регулятора?</li> <li>4. Как в математической модели выполняется моделирование работы концевых выключателей исполнительного механизма? На какие элементы математической модели действует условие достижение крайних положений вала ИМ?</li> <li>5. Как выполняется настройка регулятора в моделируемом контуре управления? Поясните методику настройки и приведите пример.</li> </ol>                                                                                       |
| <p>6. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции.</p>                                                                                                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приведите схему структурно-функциональной организации системы управления лабораторного стенда. Поясните функции элементов на схеме.</li> <li>2. Как осуществляется сбор информации с датчиков технологического процесса, реализованного на стенде? Какие параметры являются изменяемыми, а какие управляемые?</li> <li>3. Как производится настройка регуляторов ОВЕН? Приведите последовательность операций для изменения параметра настройки регулятора</li> <li>4. Какой параметр на стенде является возмущением по нагрузке? Как получить переходный процесс в контуре при ступенчатом возмущении по нагрузке? Приведите последовательность действий для определения переходного процесса в этом случае.</li> <li>5. Какие технические средства используются для определения расхода и температуры воздуха. Поясните принцип их работы?</li> </ol> |
| <p>7. Промышленные датчики расхода.</p>                                                                                                                            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приведите схему структурно-функциональной организации системы управления лабораторного стенда. Поясните функции элементов на схеме.</li> <li>2. Как осуществляется сбор информации с датчиков технологического процесса, реализованного на стенде? Какие параметры являются изменяемыми, а какие управляемые?</li> <li>3. Перечислите контролируемые и регулируемые параметры. Представьте данные по параметру расхода. Почему расход воды нелинейно зависит от производительности насоса?</li> <li>4. Какой параметр на стенде является возмущением по нагрузке? Представьте экспериментальные данные слияние возмущения на расход воды.</li> <li>5. Перечислите технические средства, используемые для измерения расхода воды. Приведите краткое описание, характеристики и принцип работы этих средств.</li> </ol>                                  |
| <p>8. Промышленные датчики температуры</p>                                                                                                                         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие типы датчиков температуры размещены на стенде? Поясните принцип работы каждого датчика.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

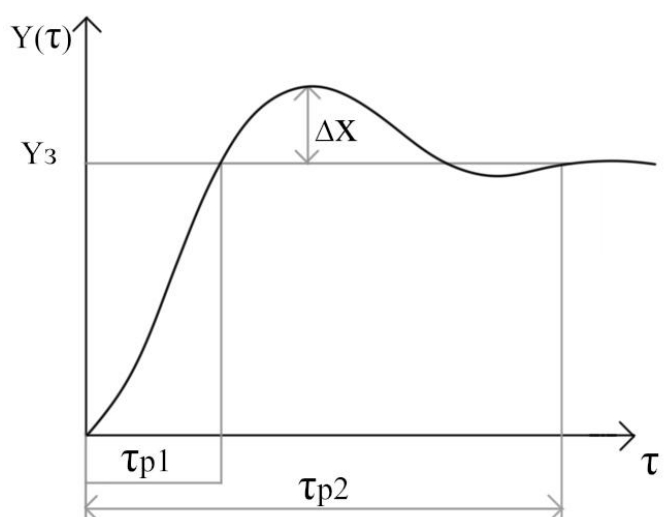
|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Составьте схему структурно-функциональной организации стенда. Какие функции выполняет регулятор «Термодат» и контроллер S7-200?</li> <li>3. Поясните модули, входящие в контроллер S7-200 и их назначения/</li> <li>4. Какие законы регулирования реализованы в контроллере «Термодат»? Чем они отличаются по назначению? Как переключить закон управления, поясните последовательность действий.</li> <li>5. Как изменить настройки ПИД регулятора в регуляторе Термодат? Приведите последовательность действий и продемонстрируйте процесс изменения настроек.</li> </ol> |
| 9. Промышленные датчики давления | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие датчики давления используются на стенде? Поясните принцип их работы.</li> <li>2. Составьте схему структурно-функциональной организации стенда. Поясните функции, выполняемые отдельными техническими средствами.</li> <li>3. Поясните принцип работы реле давления. Какие настроечные параметры имеет данное реле?</li> <li>4. Как осуществляется плавное регулирование давления в магистрали? Какое исполнительное устройство используется для регулирования давления? Поясните принцип управления этим исполнительным устройством.</li> </ol>                       |

#### **Примеры тем практических работ по дисциплине:**

1. Формирование требований при подготовке объекта к автоматизации.
2. Порядок обследования объекта. Определение задач и функций автоматизированной систем управления.
3. Исследование объекта управления. Определения параметров объекта, разработка математической модели его функционирования.
4. Теоретико-информационный обзор методов управления объектом. Определение принципов управления.
5. Формирование концепции системы управления объектом. Анализ отличий предложенной концепции от существующих систем.
6. Выбор технических средств для выполнения заявленных функций, реализуемых системой управления.
7. Разработка схемы комплекса технических средств АСУ ТП. Разработка функциональной схемы автоматизации процесса.
8. Разработка структурно-функциональной организации системы управления. Разработка математического, алгоритмического и программного обеспечения системы управления.
9. Определения схем внешних цепей для выбранных технических средств. разработка принципиальной электрической схемы системы управления.
10. Интеграция разработанной системы управления в существующую АСУ ТП.

**Пример тестов при проведении практических работ:**

| Ответы на тест                                                                                                                                                                                                            | Пример теста                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>А- второй;</p> <p>Б – третий;</p> <p>В- Четвертый;</p> <p>Г- Первый;</p>                                                                                                                                               | <p>1. Какой порядок аппроксимирующего полинома наиболее приемлемый для <math>y=f(x)</math></p>                                                             |
| <p>А- первый;</p> <p>Б – Второй ;</p> <p>В- третий;</p> <p>Г- Четвертый;</p> <p>Д- Пятый;</p>                                                                                                                             | <p>2. Какой порядок передаточной функции объекта управления наиболее приемлем для объекта:<br/><math>W_{об}=?</math></p>                                  |
| <p>А- Пропорциональный;</p> <p>Б – Пропорционально-интегральный;</p> <p>В- Интегральный;</p> <p>Г- Пропорциональный с предварением;</p> <p>Д- Пропорционально-интегральный с предварением;</p> <p>(ответ обосновать);</p> | <p>3. Передаточная функция объекта управления имеет вид:</p> $W(p)_{ПУ} = \frac{Kp_{об}}{T_0 p} * \frac{1}{\tau_z p + 1} * \frac{1}{Gp + 1}$ <p>Какой закон управления наиболее целесообразно использовать для управления таким объектом</p> |
| <p>А- использовать другой датчик;</p> <p>Б- использовать другой исполнительный механизм;</p> <p>В- Включить инерционное звено на выходе контроля</p>                                                                      | <p>4. Как изменятся параметры динамической настройки регулятора уменьшив величину отклонения <math>\Delta x</math> регулируемого параметра от задания?</p>                                                                                   |

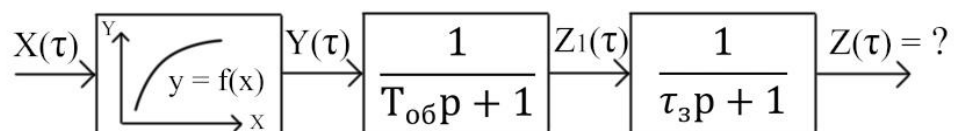
| Ответы на тест                                                                                           | Пример теста                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| требуемого параметра;<br><br>Г – Включить инерционное звено на выходе задатчика регулируемого параметра; |  <p>The graph shows a step response of a system. The vertical axis is labeled <math>Y(\tau)</math> and the horizontal axis is labeled <math>\tau</math>. A horizontal line represents the steady-state value <math>Y_3</math>. The response curve starts at the origin, rises, overshoots the <math>Y_3</math> line by an amount <math>\Delta X</math>, and then oscillates before settling. Two time intervals are marked on the horizontal axis: <math>\tau_{p1}</math> is the time from the start to when the curve first crosses the <math>Y_3</math> line; <math>\tau_{p2}</math> is the total time from the start until the curve has settled near the <math>Y_3</math> line.</p> |

Обучающиеся при изучении дисциплины должны выполнить контрольные работы, соответствующие этапам курсового проекта (индивидуально).

#### Контрольные работы:

Примеры контрольных работ (одного варианта):

1. По экспериментальным данным получить уравнение статической характеристики в виде линии регрессии в координатах <<управляющее воздействие- $X$ >>-<<Регулируемый параметр -  $Y$ >>: управление  $y = f(x)$ . Конкретный пример решения задания приложить в работе [].
2. С использованием численного метода Эйлера [] определить траекторию регулируемого инерционного звена с запаздыванием выходного параметра объекта управления при случайном изменении условий, в соответствии с представленной схемой:



Траектория  $X(\tau)$  задается индивидуально: статическая характеристика  $y = f(x)$  по результатам выполнения первой контрольной; значения  $T_{об}$  и  $\tau_3$  - задаются индивидуально.

3. По физическому представлению и описанию технологического агрегата и происходящего в нем переходного процесса составить структурную схему контура управления технологическим процессом, с использованием правильности, предположенного за решения. Привести функциональное описание каждого элемента структурной схемы в виде формализованного представления.

Выполнение заданий всех контрольных работ есть условие допуска к экзамену по изучаемой дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств» и условия выполнения курсового процесса.

## ***Методические рекомендации по выбору темы курсового проекта и порядок защит***

Целью выполнения курсового проекта по изучаемой дисциплине является: получение практического опыта и приобретение необходимого опыта по созданию автоматизированных систем автоматического управления технологическими процессами с использованием современных технических средств контроля, управления и информационных коммуникаций.

Выполнение индивидуального задания курсового проекта является важной составляющей в выработке у обучаемого навыков к самостоятельной практической и научно-исследовательской работе. Это важный стимул к работе с учебной и научной литературой и справочниками по конкретной тематике, закреплению полученных знаний, а также приобретение необходимого опыта оформления текстового и графического материала в соответствии с принятыми требованиями и стандартами.

В процессе выполнения курсового проекта более глубоко и тщательно изучаются технологические режимы и производится литературный обзор по используемым системам автоматического управления конкретным технологическим процессом.

В результате критического анализа существующего состояния предлагается более современное техническое решение и математическая модель системы управления.

Обучаемый по результатам математического моделирования обоснованно синтезирует алгоритмическое и программное обеспечение усовершенствованной модели.

Навыки и умения, полученные в процессе курсового проектирования, используются при подготовке основного содержания выпускной квалификационной работы.

Курсовой проект содержит текстовую часть пояснительной записки объемом 35-50 страниц и 8-10 листов формата А4 презентабельной части для публичного доклада. Содержательная часть курсового проекта по АСУ ТПиП содержит два раздела: теоретическую и практически-расчетную.

Раздел I объемом от 15 до 20 страниц содержит краткое описание особенностей технологического процесса и агрегата, в котором осуществляется процесс. В нем приводятся результаты литературного обзора и дается общая оценка состояния по автоматическому управлению. По результатам формируются цели и задачи по улучшению способа автоматического управления изучаемым процессом.

Основной раздел II объемом от 15 до 30 страниц посвящен описанию предлагаемого мероприятия по совершенствованию системы автоматического управления рассматриваемым технологическим процессом.

Этот раздел в полном объеме должен включать следующие разделы:

- описание функциональной схемы автоматического контроля и управления технологическими параметрами автоматизируемого или оптимизируемого процесса;
- математическую модель автоматического управления приоритетным (главным) параметром процесса с обязательным указанием критерия оценки эффективности автоматического управления;
- описание структурной системы автоматического управления параметром процесса с указанием предлагаемого усовершенствования;
- расчет переходного процесса в предлагаемой усовершенствованной системе с использованием разработанного алгоритмического и программного обеспечения;
- желательно экономическое обоснование окупаемости предлагаемого мероприятия по совершенствованию автоматизированного управления технологическим процессом;

Рецензированный руководителем курсовой проект публично защищается на кафедре. Лучшие проекты могут быть рекомендованы для доклада на научной конференции и к опубликованию в научных сборниках. Успешная защита курсового проекта является допуском к сдаче экзамена по АСУ ТПиП.

***Примеры тем курсовых проектов по дисциплине АСУ ТПиП (применительно к металлургическим производствам)***

**Агломерационное производство**

1. Автоматизация и оптимизация управления процессом измельчения материалов на установках с замкнутым циклом (шаровых и стержневых мельницах).
2. Автоматизация и оптимизация управления процессом спекания шихты на конвейерных машинах в условиях высокопроизводительного производства.
3. Автоматизация процесса производства офлюсованных окатышей повышенного качества в условиях отечественных ГОКов.

**Коксохимическое производство**

1. Автоматизация и оптимизация управления технологическим процессом обогащения и компоновки угольной шихты с учетом специфических условий (взрывоопасное производство).
2. Автоматизация производства кокса в коксовых печах, объединенных в батареи.
3. Автоматизация и оптимизация управления процессом выделения из коксового газа полезных углеводородных составляющих высокомолекулярных соединений

**Доменное производство**

1. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки чугуна в доменных печах в условиях двухконечной системы подачи шихты (экономия кокса).
2. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки чугуна в условиях бесконечной лотковой системы загрузки (повышение производительности).
3. Автоматизация и оптимизация управления тепловым режимом воздухонагревателей доменных печей.

**Сталеплавильное производство**

1. Автоматизация процесса выплавки стали в кислородных конвертерах с верхней продувкой.
2. Автоматизация процесса выплавки стали в двухванных сталеплавильных печах с продувкой ванны кислородом.
3. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки стали в электродуговых печах переменного тока.

**Внепечная доводка стали в агрегатах печь-ковш (АКП) и установках циркуляционного вакуумирования.**

1. Автоматизация и оптимизация процесса доводки стали в агрегатах ковш-печь.
2. Автоматизация и оптимизация управления процессом вакуумирования стали в установках циркуляционного вакуумирования.

**Автоматизация процесса непрерывной разливки стали на МНЛЗ криволинейного и радиального типов.**

1. Автоматизация процесса разливки стали на МНЛЗ слябовых размеров в условиях высокопроизводительного производства.
2. Автоматизация процесса разливки стали на МНЛЗ сортовых размеров в условиях высокопроизводительного производства.



**Автоматизация и оптимизация управления процессом нагрева металла перед прокаткой и термической обработкой.**

1. Автоматизация и оптимизация управления нагревом металла перед прокаткой и термической обработкой в печах камерного типа.
2. Автоматизация и оптимизация управления нагревом и в процессе термообработки в печах проходного типа.
3. Оптимизация управления температурным режимом, процессом сжигания топлива и газодинамическим режимом нагревания печей.

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по дисциплине  
«Автоматизация технологических процессов и производств»**

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

| Структурный элемент компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Планируемые результаты обучения                                                                      | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3: Способен принимать участие в проектировании отдельных частей АСУТП в соответствии с техническим заданием с учетом существующих и выбранных оптимальных технических решений, соблюдая требования к функционалу системы и проводить обоснование проектных решений, а также разрабатывать техническую документацию для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования АСУ ТП |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ПК-3.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Решает профессиональные задачи по проектированию отдельных частей АСУТП на различных стадиях проекта | <p><b><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные задачи и цели использования АСУ ТП и АСУП в промышленном производстве?</li> <li>2. Принцип действия дробильных устройств валкового и щекового типов?</li> <li>3. Чем отличается открытый цикл дробления от замкнутого?</li> <li>4. Автоматическое управление дробильным устройством, работающим в открытом цикле.</li> <li>5. Особенности автоматизации и оптимизации управления процессом дробления в замкнутом цикле?</li> <li>6. Структура контура дозирования материалов.</li> <li>7. Типы дозаторов сыпучих шихтовых материалов</li> <li>8. Вибрационный питатель: принцип работы, достоинства и недостатки с точки зрения автоматического управления.</li> <li>9. Вибрационные и тарельчатые питатели в схемах автоматического дозирования: достоинства и недостатки.</li> <li>10. Структурная схема контуров управления централизованным управлением дозирования многокомпонентной шихты;</li> <li>11. Система контроля уровня материалов в рабочих и расходных бункерах дискретного и непрерывного действия;</li> <li>12. Принцип действия контура управления увлажнением агломашины.</li> <li>13. Кондуктометрический метод измерения влажности материалов</li> <li>14. Радиоизотопный метод измерения влажности шихты (нейронный влагомер): принцип действия работы и условия применения;</li> <li>15. Способы измерения газопроницаемости</li> </ol> |

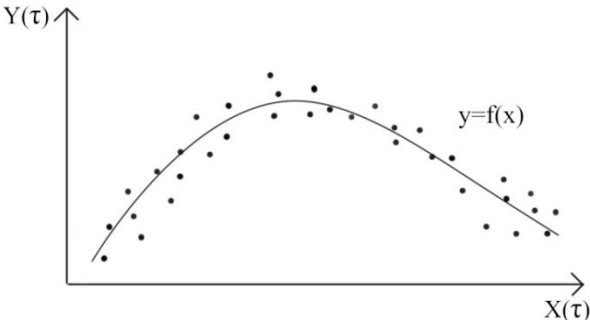
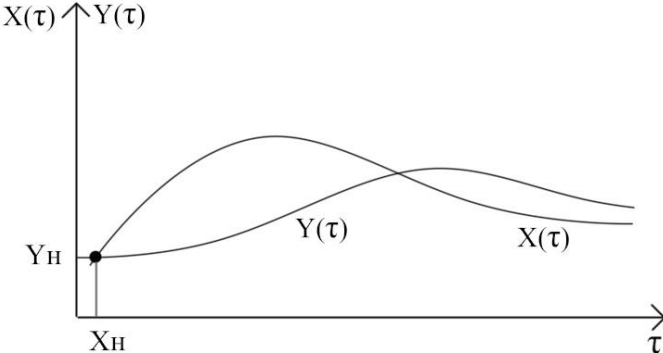
| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <p>агломерационной шихты и сыпучих материалов;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>16. Контур управления температурным режимом засыпанного горна;</li> <li>17. Способы автоматического управления скоростью агломерационной машины;</li> <li>18. Способ автоматического управления процессом окомковывания окатышей;</li> <li>19. Чем отличается каменный уголь от кокса?</li> <li>20. Как обеспечивается необходимый температурный режим при коксовании?</li> <li>21. Почему размер камеры коксования с коксовой стороны батареи больше?</li> <li>22. Зачем нужно управление процессом охлаждающей вазы при тушении кокса?</li> <li>23. В чем особенности технологического процесса выплавки чугуна?</li> <li>24. Специфические условия автоматизации процесса выплавки чугуна в доменных печах?</li> <li>25. Особенности автоматического управления давлением в доменной печи;</li> <li>26. В чем особенность автоматического управления температурой горячего дутья?</li> <li>27. В чем особенность автоматического управления влажностью горячего дутья в доменной печи?</li> <li>28. Почему избыток природного газа в горячем дутье нежелателен?</li> <li>29. Какие используются системы загрузки шихты в доменную печь под давлением более 3 атмосфер?</li> <li>30. Система управления подачей материалов в доменную печь (доставка на колошник печи)</li> <li>31. Контроль и автоматическое управление газодинамическим режимом доменной печи (разряженного потока по сечению);</li> <li>32. Контроль и автоматическое управление тепловым режимом доменной печи;</li> <li>33. Контроль и автоматическое управление доменной печи (сходом шихты)</li> <li>34. Методы контроля текущего температурного состояния доменного процесса;</li> <li>35. Методы контроля распределения температуры, содержания CO и CO<sub>2</sub> по сечению шихты?</li> <li>36. Теплоотводная способность доменного газа и его использование в производстве?</li> <li>37. Чем объясняется высокая производительность конвертерного производства стали?</li> <li>38. Технологические особенности автоматизации конвертерного производства стали?</li> </ol> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <p>39. Основные свойства детерминированных математических моделей технологического процесса.</p> <p>40. Отличительные свойства эспериментально-статистических моделей автоматического управления технологическими процессами.</p> <p>41. Основные положения эмпирических моделей автоматического управления технологическими процессами промышленного производства</p> <p>42. Математические модели автоматического управления производством: основные принципы искусственных нейронных сетей.</p> <p>43. Математические модели автоматизированного управления технологическими процессами, основанные на принципах нечеткой логики и нечетких множеств.</p> <p>44. Динамические модели автоматизированного управления технологическими процессами промышленного производства;</p> <p>45. Система контроля скорости выгорания углерода в процесса конвертерной плавки?</p> <p>46. Система автоматического управления положением продувкой фурмы по ходу конвертерной плавки.</p> <p>47. Преимущество и недостатки 2х-позиционного способа управления?</p> <p>48. Техническое обеспечение 2х-позиционного управления технологическим процессом.</p> <p>49. Что такое управление с полным и неполным притоком рекомендации по применению?</p> <p>50. Оптимальная особенность реализации 3х-позиционного управления?</p> <p>51. Почему рекомендуется при 3х-позиционном управлении использовать импульсный режим?</p> <p>52. Что означает понятие «коэффициент передачи регулятора»?</p> <p>53. Что означает понятие «Время изодрома»?</p> <p>54. Что такое «Время предварения» в параметрах настройки регулятора?</p> <p>55. Что такое «Время предварения» в параметрах настройки регулятора?</p> <p>56. Чем отличается принцип работы САУ и СЭР?</p> <p>57. Суть метода поиска экстремума по запоминанию максимума?</p> <p>58. Необходимое и достаточное условие эффективного применения СЭР?</p> <p>59. Недостатки типовых методов поиска экстремума по запоминаю максимума.</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <p>60. Принцип работы САУ на основе искусственных нейронных сетей.</p> <p>61. Принцип функционирования контуров на основе принципов нечеткой логики и нечетких множеств. Структурная схема контура оптимизированного управления измельчением, обеспечивающая максимально возможную производительность комплекса.</p> <p>62. Структурная схема и принцип работы система автоматической оптимизации управления технологическим агрегатом мелкого измельчения (шаровой мельницы) по скорости измельчения возврата с целью достижения максимальной производительности.</p> <p>63. Система автоматического управления процессом составления многокомпонентной шихты в условиях централизованного управления.</p> <p>64. Общая функциональная схема автоматизированного управления процессом агломерации.</p> <p>65. Способы измерения влажности шихтовых материалов и структурная схема управления влажностью с целью обеспечения максимально возможной производительности автоматизации.</p> <p>66. Методы измерения текущей активной длины аглоленты и структурная схема оптимизации управления скоростью с целью поддержания активной длины на фиксированной длине машины.</p> <p>67. Технологическая схема автоматического управления процессов производства офлюсованных металлизированных окатышей.</p> <p>68. Особенности автоматизированного управления процессами обогащения углей и составления многокомпонентных концентратов угольной шихты для коксования.</p> <p>69. Функциональная схема контроля и управления технологическим процессом производств кокса в коксовых печах, образующих батарейные конструкции.</p> <p>70. Автоматизация и оптимизация управления процессом извлечения ценных высокомолекулярных продуктов из коксового газа (процесс максимального извлечения бензола)</p> <p>71. Функциональная система контроля и управления процессом выплавки чугуна в доменной печи</p> <p>72. Особенности работы систем автоматического управления температурой горелого дутья, влажностью горелого дутья и давлением горячего</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <p>дутья.</p> <p>73. Система автоматизированного управления шихтподачей и загрузкой шихтовых материалов в доменную печь.</p> <p>74. Система автоматизированного управления тепловым режимом доменной печи.</p> <p>75. Система автоматизированного управления газодинамическим режимом или распределением газового потока по шахте печи.</p> <p>76. Система автоматизированного управления ходом доменной печи или равномерностью схода шихты</p> <p>77. Система автоматизированного экстремального оптимизирующего управления подачей природного газа в горячее дутье доменной печи с целью обеспечения минимизации расхода кокса.</p> <p>78. Система автоматизированного экстремально-оптимизированного управления подачей природного газа в горячее дутье с целью достижения максимальной производительности доменной печи.</p> <p>79. Функциональная схема автоматического контроля и управления тепловым режимом воздухонагревателей доменной печи.</p> <p>80. Система и математическая модель определения и управления продолжительностью периода нагрева с целью аккумуляции максимального количества тепловой энергии в текущий момент.</p> <p>81. Функционально-структурная схема управления процессом выплавки стали в 2х-ванных печах с продувкой ванны кислородом и подачей природного газа.</p> <p>82. Технологические основы автоматизированного управления технологическим процессом выплавки стали в сталеплавильных агрегатах с продувкой металла кислородом.</p> <p>83. Функциональная схема автоматического контроля и управления процессом выплавки стали в кислородных конверторах с верхней продувкой.</p> <p>84. Системы автоматического управления положением продувочной фурмы и скоростью выгорания углерода по ходу продувки.</p> <p>85. Система автоматического контроля и управления газоотводом плавильных газов с целью снижения электрической мощности потребленной при этом.</p> <p>86. Система автоматического непрерывного контроля температуры металла и содержание углерода в металле и использование этих параметров для прогнозирования окисления процесса продувки</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <p>кислородом.</p> <p>87. Функциональная схема автоматического контроля и управления работой миксерного отделения сталеплавильного производства.</p> <p>88. Функциональная схема автоматического контроля и управления процессом выплавки стали в дуговых сталеплавильных печах</p> <p>89. Система автоматической оптимизации управление энергетическим режимом электродуговой плавки с целью достижения максимально возможной производительности печи.</p> <p>90. Функциональная схема контроля и автоматического управления процессом доводки стали в агрегате печь-ковш (АКП).</p> <p>91. Система автоматической оптимизации управления процессом электропотребления с целью достижения максимального времени работы АКП под током (минимальное время отработки).</p> <p>92. Функциональная схема автоматического контроля и управления процессом вакуумирования стали на установке циркулярного типа.</p> <p>93. Система автоматического экстремально-оптимизированного управления процессом циркулярного вакуумирования с целью достижения максимально-возможной производительности процесса.</p> <p>94. Функциональная схема автоматического контроля и управления процессом непрерывной разливки стали на МНЛЗ.</p> <p>95. Система автоматизированного управления процессом разливки, обеспечивающая минимизацию термических напряжений в заготовке для повышения качества за счет снижения сплошности структуры слитка.</p> <p>96. Функциональные схемы автоматического контроля и управления нагревом металла в печах камерного типа.</p> <p>97. Особенности энергосберегающего экспериментально-оптимизирующего управления тепловым режимом нагрева в печах камерного типа.</p> <p>98. Функциональная схема автоматического контроля и управления тепловым режимом в печах проходного типа при нагреве непрерывнолитых заготовок.</p> <p>99. Системы экстремально-оптимизирующего управления тепловым режимом, процессом сжигания топлива и газодинамическими режимами при нагреве непрерывнолитых заготовок.</p> <p>100. Системы прогнозирования параметров</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <p>процесса нагрева при реализации оптимизированного энергосберегающего автоматизированного управления в нестационарных условиях работы</p> <p><b>Примеры практических заданий</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>По экспериментальным данным, представленным после коррекции, получить уравнение статической характеристики автоматизированного процесса в координатах «управляющее воздействие»-«автоматизированный параметр» <math>y=f(x)</math>;</li> </ol>  <ol style="list-style-type: none"> <li>Используя метод Эйлера, рассчитать траекторию изменения выходного параметра инерционного процесса как реакцию на случайный входной управляющий задающий сигнал <math>x(t)</math>.</li> </ol>  <ol style="list-style-type: none"> <li>Рассчитать траекторию поискового процесса в системе экстремальной оптимизации управления по методу запоминания экстремума для инерционного процесса с постоянной времени <math>T_{об}=5с</math> при известной статической характеристике <math>y=f(x)</math></li> </ol> |



| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <div data-bbox="758 392 1460 784"> </div> <p data-bbox="734 817 1484 907">4. Составить математическую модель по заданной структурной схеме САУ</p> <div data-bbox="670 963 1452 1355"> </div> <p data-bbox="734 1388 1484 1579">5. Составить структурную схему контура экстремального управления инерционным процессом, статическая характеристика которого и постоянная времени известны. Выбрать метод поиска экстремума.</p> <p data-bbox="734 1635 1484 1870">6. Составить математическую модель контура экстремально-оптимизирующего энергообеспечивающего управления процессом сжигания топлива в рабочем пространстве нагревательной печи при использовании метода поиска по запоминанию экстремума.</p> <p data-bbox="734 1870 1484 2083">7. Составить математическую модель контура, стабилизирующего температурный параметр объекта: температуры стены процесса кристаллизационного отжига автомобильного листа в колпаковых печах с водородной защитой атмосферы.</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <div data-bbox="861 398 1417 743" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="735 779 1485 1070">8. Составить математическую модель контура экстремально-оптимизирующего управления процессом сжигания топлива в рабочем пространстве промышленной печи в соответствии с объектом управления процесса сжигания топлива по температуре рабочего пространства используя метод запоминания скорости изменения оптимизируемого параметра.</p> <div data-bbox="842 1079 1380 1258" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="735 1303 1485 1482">9. Синтезировать математическую модель стабилизирующего контура управления температурой горячего дутья доменной печи при условиях использования типового ПИД-регулятора.</p> <p data-bbox="735 1489 1485 1697">10. Составить математическую модель экстремально-оптимизирующего управления увлажнением агломерационной шихты с целью обеспечения максимальной производительности аглопроцесса с использованием дискретного типа систем.</p> <p data-bbox="735 1704 1485 1883">11. Составить структурную схему двухконтурной системы автоматического управления и экстремально-оптимизирующего управления технологическим процессом промышленного производства.</p> <p data-bbox="735 1890 1485 2033">12. Определить наиболее эффективный способ автоматического управления технологическим процессом по известной статической характеристике для разных случаев:</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <div data-bbox="683 389 1423 568"> </div> <p data-bbox="735 613 1481 725">13. Выбрать обоснованно наиболее пригодную математическую модель автоматического процесса из ниже предложенных:</p> <ol data-bbox="879 725 1481 882" style="list-style-type: none"> <li>Детерминированная модель</li> <li>Экспериментально-статистический тип</li> <li>Динамическая модель</li> </ol> <p data-bbox="719 913 1401 1032"><b>Примерные темы курсовых проектов по теме «Автоматизация технологических процессов и производств»</b></p> <p data-bbox="735 1070 1201 1104"><b>Агломерационное производство</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Автоматизация технологического процесса в подготовительном отделении. Спец. Часть. Оптимизация управления процессом дробления материалов с целью достижения максимально возможной производительности.</li> <li>2. Автоматизация технологического процесса спекания агломерата в условиях ОАО «ММК». Спец. Часть. Автоматизация процесса регулирования скорости аглоленты по законченности процесса спекания.</li> <li>3. Автоматизация технологического процесса спекания агломерата в условиях аглофабрики №1 ОАО «ММК». Спец. Часть. Оптимизация управления процессом увлажнения шихты с целью обеспечения максимальной производительности агломашины.</li> <li>4. Автоматизация технологического и теплового режима агломашины для спекания шихты в условиях ОАО «ММК». Спец. Часть. Оптимизация процесса добавки коксика аглошихту с целью достижения возможной производительности агломашины.</li> <li>5. Автоматизация технологического и теплового режима агломашины в условиях агломерационного</li> </ol> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <p>производства ОАО «ММК». Спец. Часть .<br/> Оптимизация процесса добавки технологического топлива (коксика) с целью достижения прочности готового агломерата.</p> <p><b>Коксохимическое производство</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Автоматизация теплового и технологического режима коксовой батареи в условиях ОАО «ММК». Спец. Часть. Разработать автоматизированную систему контроля и управления тепловым режимом камер коксовой батареи.</li> <li>2. Автоматизация технологического режима работы бензольного отделения коксохимического производства ОАО «ММК». Спец. Часть. Оптимизация процесса выделения бензола с целью достижения максимально возможного выхода бензола.</li> <li>3. Автоматизация технологического процесса углеподготовительного отделения коксохимического производства ОАО «ММК». Спец. Часть. Оптимизация процесса дробления каменного угля с целью обеспечения максимально возможной производительности дробильной установки.</li> </ol> <p><b>Доменное производство</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Автоматизация теплового и технологического режима доменной печи №10 ОАО «ММК». Спец. Часть. Автоматический контроль и управление шихтоподачей и загрузкой шихты с использованием системы безконусовой загрузки.</li> <li>2. Автоматизация теплового и технологического режима доменной печи в условиях ОАО «ММК». Спец. Часть. Оптимизация процесса подачи природного газа с целью уменьшения расхода кокса.</li> <li>3. Автоматизация технологического режима выплавки чугуна в доменной печи в условиях ОАО «ММК». Спец. Часть. Оптимизация соотношения расходов природного газа и технического кислорода с целью обеспечения максимально</li> </ol> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <p>возможной производительности доменной печи.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Автоматизация теплового режима воздушонагревателя доманной печи в условиях ОАО «ММК». Спец. Часть. Оптимизация теплового режима воздушонагревателя с целью обеспечения максимально возможной аккумуляции тепла за период нагрева.</li> <li>5. Автоматизация теплового режима воздушонагревателя доменной печи в условиях ОАО «ММК». Спец. Часть. Оптимизация управления процессом сжигания топлива в период нагрева с целью достижения максимально возможной скорости нагрева купола до заданной температуры.</li> </ol> <p><b>Кислородно-конвертерное производство</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Автоматизация теплового и технологического режима выплавки стали в условиях ККЦ ОАО «ММК». Спец. Часть. Управление процессом, обеспечивающее предотвращение и недопущение выбросов расплава и шлака из конвертера.</li> <li>2. Автоматизация технологического процесса выплавки стали в кислородном конвертере в условиях ОАО «ММК». Спец. Часть. Прогнозирование текущего содержания углерода в процессе конвертерной плавки (по анализу отходящих конвертерных газов).</li> <li>3. Автоматизация технологического процесса выплавки стали в кислородном конвертере в условиях ОАО «ММК». Спец. Часть. Разработать систему непрерывного расчетного определения температуры стали в процессе конвертерной плавки.</li> </ol> <p><b>Производство стали в электродуговых печах</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Автоматизация технологического процесса выплавки стали в ДСП переменного тока в условиях ОАО «ММК». Спец. Часть. Разработать систему непрерывного расчетного определения температуры стали в процессе конвертерной плавки.</li> <li>2. Автоматизация технологического процесса</li> </ol> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <p>выплавки стали в электродуговой печи переменного тока в условиях ЭСПЦ ОАО «ММК». Спец. Часть. Оптимизация энергетического режима электродуговой плавки с целью достижения минимального удельного расхода электрической энергии.</p> <p>3. Автоматизация технологического процесса выплавки стали в ДСП-180 в условиях ЭСПЦ ОАО «ММК». Спец. Часть. Оптимизация энергетического режима ДСП-180 с целью достижения минимальной себестоимости выплавляемой стали.</p> <p>4. Автоматизация теплового и технологического режима ДСП-180 в условиях ОАО «ММК». Спец. Часть. Автоматическое управление тепловым режимом ДСП-180 с использованием информации о косвенном методе расчета текущей температуры жидкой стали.</p> <p><b>Доводка стали в установках внепечной обработки</b></p> <p>1. Автоматизация теплового и технологического режима в агрегате доводки стали (АДС) в условиях ККЦ ОАО «ММК». Спец. Часть. Автоматизация процесса дозирования подачи шлакообразующих, легирующих и раскисляющих материалов.</p> <p>2. Автоматизация технологического режима доводки стали в агрегате печь-ковш (АПК) в условиях ККЦ ОАО «ММК». Спец. Часть. Оптимизация энергетического режима доводки стали с целью обеспечения максимальной производительности АПК.</p> <p>3. Автоматизация технологического и теплового режимов доводки стали в АПК ККЦ ОАО «ММК». Спец. Часть. Автоматизированное управление тепловым режимом нагрева металла с использованием системы непрерывного текущего контроля температуры металла.</p> <p>4. Автоматизация технологического режима процесса вакуумирования стали в установках порционного вакуумирования. Спец. Часть. Автоматическое управления процессом вакуумирования с использованием информации о</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <p>текущем содержании газов в металле.</p> <p>5. Автоматизация технологического режима процесса вакуумирования стали в установке циркулярного типа ЭСПЦ ОАО «ММК». Спец. Часть. Оптимизация управления расходом транспортирующего газа (аргона) с целью достижения максимальной производительной установки.</p> <p>6. Автоматизация технологического процесса вакуумирования стали в установке циркулярного типа в условиях ККЦ ОАО «ММК». Спец. Часть. Разработать автоматизированную систему определения окончания процесса вакуумирования при достижении заданного содержания углерода в металле (по анализу отходящих газов).</p> <p><b>Разливка стали на МНЛЗ</b></p> <p>2. Автоматизация технологического процесса разливки стали на слябовые заготовки в условиях ККЦ ОАО «ММК». Спец. Часть. Автоматическое регулирование уровней металла в промежуточной ковше и кристаллизаторе.</p> <p>3. Автоматизация технологического процесса разливки стали на сортовые заготовки в условиях ЭСПЦ ОАО «ММК». Спец. Часть. Автоматизация процесса охлаждения металла в ЗВО с целью достижения равномерного охлаждения заготовки.</p> <p>4. Автоматизация технологического процесса разливки стали на МНЛЗ в условиях ККЦ ОАО «ММК». Спец. Часть. Автоматизированная система управления скоростью разливки в зависимости от температуры стали в промежуточном ковше и марки разливаемой стали (например, трансформаторной).</p> <p><b>Прокатное производство</b></p> <p>1. Автоматизация теплового режима методических печей в условиях стана 2500 ОАО «ММК». Спец. Часть. Оптимизация управления процессом сжигания топлива с целью достижения максимально возможной скорости нагрева металла.</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Автоматизация теплового режима при нагреве металла в печах стана 2000 ОАО «ММК». Спец. Часть. Оптимизация управления процессом сжигания топлива в зонах нагрева с целью минимизации затрат топлива на нагрев.</li> <li>3. Автоматизация теплового режима методических печей сортового стана ОАО «ММК» (по выбору). Спец. Часть. Автоматическая система коррекции теплового режима печи при изменении текущей производительности стана.</li> <li>4. Автоматизация теплового режима нагревательных печей стана 2500 ОАО «ММК». Спец. Часть. Автоматическая система прогнозирования и коррекции общего нагрева каждой подаваемой заготовки.</li> <li>5. Автоматизация теплового режима при нагреве металла в методических печах стана 2000 ОАО «ММК». Спец. Часть. Автоматическая система прогнозирования и коррекции общего времени нагрева каждой подаваемой заготовки.</li> <li>6. Автоматизация теплового режима светлого отжига металла в пчах колпакового типа листопрокатного цеха ЛПЦ-5 ОАО «ММК». Спец. Часть. Автоматическая система регулирования температуры отжигаемого металла с учетом динамики колпаковой и стендовой термопар.</li> <li>7. Автоматизация теплового режима в зонах нагрева башенной печи АГНЦ цеха покрытий ОАО «ММК». Спец. Часть. Автоматизированная система включения горелок с целью получения стабилизации температуры полосы на выходе из участка нагрева и обеспечения сохранности радиационных труб.</li> </ol> <p><b>Сопутствующие производства</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Автоматизация теплового режима парогенератора (котла) ТЭЦ ОАО «ММК» . Спец. Часть. Автоматизированная система коррекции теплового режима парогенератора при изменении количества вырабатываемой электроэнергии.</li> <li>2. Автоматизация теплового режима распылительного сушил для приготовления</li> </ol> |



| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <p>гранулированных шлакообразующих смесей. Спец. Часть. Автоматизация температурного режима и управление процессом сжигания топлива для получения заданного количества смесей.</p> <p>3. Автоматизация теплового режима печей для сушки и отжига изделий огнеупорного производства ОАО «ММК». Спец. Часть. Автоматизация теплового режима печей с целью достижения требуемого качества огнеупорных изделий.</p> <p><b>Общая цель задания и содержание курсового проекта по дисциплина «Автоматизация технологических процессов и производств (металлургия)»:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Краткое описание автоматизируемого технологического процесса и устройство технологического агрегата как объектов управления, критический анализ существующих способов автоматического управления технологических процессов.</li> <li>2. Набор исходной информации, статических данных, расчет статической характеристики процесса, по экспериментальным или расчетным данным составление функционально структурной системы автоматического управления технологическим процессом.</li> <li>3. Синтезирование математической модели технологического процесса, выбор технических средств контроля и управления и конфигурирование приоритетного контура управления и контроля.</li> <li>4. Расчет переходного процесса в выбранном приоритетной контуре управления с учетом ручного контрольного расчета по синтезированной рабочей программе.</li> </ol> <p>Оптимизация параметров динамической настройки управляющего блока системы по результатам исследования переходных процессов, показателей качества с целью выбора наилучших. Исследование поведения системы управления в условиях смещения статической характеристики автоматизируемого процесса.</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                               | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3.2                          | Выполняет обзор существующих технических решений по автоматизации объекта и выбирает оптимальный состав оборудования для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования АСУТП | <p><b><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды научных публикаций.</li> <li>2. Этапы подготовки научно-исследовательского отчета.</li> <li>3. Структура научно-исследовательского отчета.</li> <li>4. Культура и необходимая объективность и целесообразность цитирования используемых литературных источников, используемых в процессе исследований.</li> <li>5. Правила цитирования используемых источников информации.</li> <li>6. Методы сбора научной информации.</li> <li>7. Составление планов приоритетного сбора информации и составление матрицы планирования двух или многофакторных экспериментов</li> </ol> <p><b><i>Примеры практических заданий</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составить аннотацию курсового проекта.</li> <li>2. Составить список ключевых слов.</li> <li>3. Оформить результаты исследований по требованиям и стандартам.</li> <li>4. Составить список цитируемых печатных и других информационных источников.</li> <li>5. Проверить содержание курсового проекта на антиплагиат</li> <li>6. Оформление текстовой и графической части курсового проекта в соответствии с требованиями стандартов и принятых методических указаний</li> <li>7. Провести информационный поиск научных источников по заданной теме курсового проекта или проводимой научной работы.</li> <li>8. Подбор необходимых материалов, составление примерного плана курсового проекта;</li> <li>9. Анализ информационной литературы, подготовкой аналитических обзоров по эффективному решению поставленной задачи курсового проекта.</li> </ol> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                     | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3.3                          | Разрабатывает комплект технической документации для отдельных частей проекта на различных стадиях проектирования АСУТП в соответствии с действующими нормами и правилами оформления | <p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Условные обозначения технологических параметров и технических средств при графическом представлении контуров и систем автоматического управления.</li> <li>2. Технические основные характеристики наиболее часто и широко используемых средств контроля и управления.</li> <li>3. Требования к проектированию аварийных систем сигнализации с целью обеспечения развития аварийных сигнализаций к безопасным условиям труда технологического персонала.</li> <li>4. Стандартные требования для изображения и представления разработанных АСУ ТП.</li> <li>5. Принципы представления принципиальных схем сигнализации контуров управления.</li> </ol> <p><b>Примеры практических заданий</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составить структурную, функциональную и принципиальную электрическую схему контура, стабилизирующего температурный параметр объекта: температуры стены процесса кристаллизационного отжига автомобильного листа в колпаковых печах с водородной защитой атмосферы.</li> </ol> <div data-bbox="868 1245 1417 1585" data-label="Diagram"> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Составить структурную, функциональную и принципиальную электрическую схему контура экстремально-оптимизирующего управления процессом сжигания топлива в рабочем пространстве промышленной печи в соответствии с объектом управления процесса сжигания топлива по температуре рабочего пространства используя метод запоминания скорости изменения оптимизируемого параметра</li> </ol> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <div data-bbox="766 392 1300 571" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="686 616 1484 806">3. Выполнить графическую часть курсового проекта: разработать структурную схему контура регулирования, функциональную схему автоматизации и принципиальную электрическую схему.</p> |

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена (7,8 семестр) и в форме выполнения и защиты курсового проекта (8 семестр).

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

*Показатели и критерии оценивания экзамена:*

– 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.

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя, в процессе ее написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Автоматизация технологических процессов и производств». При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

*Показатели и критерии оценивания курсового проекта:*

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний 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»** (4 балла) – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

**Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине**  
**"Автоматизация технологических процессов и производств "**

## **1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

Курсовой проект по учебной дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств» является завершающим этапом учебной подготовки перед выполнением выпускной квалификационной работы.

**Целью курсового проектирования** является приобретение необходимых навыков для самостоятельного практического применения полученных теоретических знаний при проектировании современной системы контроля и управления реальными технологическими и производственными процессами в металлургии или в другой отрасли промышленного производства.

Для достижения поставленной цели обучающимся решаются следующие общие задачи:

1. Проведение анализа особенностей автоматизированного технологического процесса и формулировка решаемой проблемы.
2. Определение требований к функционированию разрабатываемой АСУ, описание функций и разработка концепции проектируемой АСУ.
3. Разработка технического решения, включающего разработку математического, программного и технического обеспечения проектируемой АСУ в составе эскизного проекта.

Решение задач курсового проектирования описывается в разделах курсового проекта. Принципиально в курсовом проекте должны быть выделены общая и специальная части.

При выполнении общей части автор проекта должен квалифицированно провести анализ особенностей автоматизированного технологического процесса, сформулировать решаемую проблему, сформулировать цель проекта, предложить концепцию системы автоматизированного управления для достижения цели и поставить задачи для реализации предложенной системы.

В специальной части курсового проекта автор должен продемонстрировать своё творческое умение по применения теоретических знаний на практике и представить *техническое решение* сформулированной проблемы, направленной на повышение эффективности функционирования системы автоматического управления отдельным проблемным параметром технологического процесса и включающей в себя исследование поведение проектируемой системы в разных ситуациях.

Как правило, решения, полученные в курсовом проекте, используются при подготовке выпускной квалификационной работы.

## **2 ВЫБОР ТЕМЫ, СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Темы общей и специальной частей определяются студентом самостоятельно по согласованию с руководителем проекта. Как правило, выбор темы производится по технологическому процессу, изучаемому в период производственной практики. В дальнейшем полученная тема курсового проекта может быть использована студентом в качестве базовой для более глубокой проработки её в выпускной квалификационной работе. Оформление пояснительной записки и демонстрационных чертежей производится строго в соответствии с действующими стандартами (стандарты единой системы конструкторской документации).

Основным элементом курсового проекта является пояснительная записка, которая должна включать в себя следующие обязательные разделы.

**1. Задание на курсовой проект.** Для заданной темы курсового проекта по литературным данным и информационным источникам производится подготовка задания, которое включает в себя:

- темы общей и специальной частей;
- источники информации (конкретные источники в форме списка - технологические инструкции, результаты промышленной или опытно-промышленной эксплуатации технологического оборудования, рабочие чертежи и схемы автоматизации);
- результаты (графики, данные) исследования характеристик технологического объекта или системы.

Примеры тем приведены в разделе 3.

**2. Реферат.** В реферате указываются: сведения об объеме пояснительной записки; количестве иллюстраций, демонстрационных листов, таблиц, приложений, использованных источников; перечень ключевых слов, который должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста пояснительной записки, которые в наибольшей мере характеризуют её содержание и обеспечивают возможность информационного поиска. Объем реферата 1-2 стр.

**3. Содержание.** Содержание включает в себя введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование), заключение, список использованных источников и наименование приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы пояснительной записки. Объем содержания обычно не превышает 1 стр.

**4. Введение.** Во введении должны содержаться следующие обязательные описания.

4.1. Цель и задачи проектируемой системы (не путать с целью и задачами курсового проекта). Цель проекта должна отражать необходимость проектируемой системы управления для достижения финансового результата. Рекомендуется использовать следующие достигаемые результаты: а) увеличение производительности (снижение доли постоянных расходов); б) снижения затрат на производство (снижение доли переменных расходов), повышение эффективности; в) повышение безопасности (снижение рисков); г) стабилизация параметров процесса (достижение заданных характеристик продукта).

Формулируется актуальность работы. Актуальность должна быть сформулирована максимально четко и определяться через предмет исследования.

Перечисляются задачи, которые решаются в процессе проектирования. Каждая задача должна коротко характеризовать отдельный раздел проекта.

Обязательные задачи проекта:

1) Аналитический обзор литературных источников по определению назначения технологического процесса, последовательности работы оборудования, характеристик процесса и объекта управления.

2) Разработка структурно-функциональной схемы контура управления с учетом выбранного метода управления.

3) Разработка информационного, математического и алгоритмического обеспечения, включающего математическую модель контура управления.

4) Программная реализация разработанной математической модели и проведение вычислительного эксперимента для исследования работы контура управления.



5) Техническая реализация контура управления включая разработку схемы комплекса технических средств АСУ ТП, функциональной схемы автоматизации и принципиальной электрической схемы контура).

4.2. *Объект и предмет*, которые рассматриваются и исследуются в курсовом проекте. Приводится формулировка того, что является объектом автоматизации, а что является предметом исследования. Объектом автоматизации является технологический процесс или установка, предметом исследования является математическое, информационное, программное, техническое обеспечение разрабатываемого контура системы управления.

4.3. *Теоретическая значимость* курсового проекта. Значимость формулируется на основе критического анализа использованной литературы.

4.4. *Описание структуры курсового проекта*. Необходимо кратко описать из чего состоит курсовой проект, сколько разделов в каждой из частей, сколько и каких графических материалов. Указать, что было достигнуто в заключительной части проекта (выполнена ли цель, подтверждена ли гипотеза исследования).

4.5. Определяется наличие *практической значимости* проекта – указывается к какому результату может привести использование разработанной АСУ.

4.6. Перечисляются теоретические, практические и специальные *методы*, которые применялись в курсовом проекте для достижения поставленной цели.

**5. Общая часть.** Основная задача общей части провести обоснованную разработку концепции автоматизированной схемы управления заданным технологическим агрегатом с учетом особенностей технологического процесса и интеграцией разрабатываемой АСУ с другими подсистемами. Общая часть является **первым** нумерованным разделом в пояснительной записке курсового проекта. В общей части обязательны следующие разделы (название разделов формулируется в зависимости от заданного объекта или процесса управления):

5.1. *Назначение и характеристика объекта или процесса управления*. В этом разделе описывается общее назначение технического объекта, его роль в производственном (технологическом) процессе, основные технические характеристики объекта и его особенности. Результатом раздела должно являться описание ситуации в целом и *формулировка решаемой проблемы*. Объем раздела не более 6 стр.

5.2. *Структура технического объекта или последовательность операций процесса*. В этом разделе производится описание назначений основных частей процесса в общей структуре. Основные и вспомогательные функции, реализуемые процессом и их назначение в процессе работы объекта или в процессе. В этом разделе разрабатывается схема структуры объекта управления (приводится в тексте пояснительной записки), перечисляются функции, которые подлежат автоматизации и описывается в какой части структуры эти функции реализуются. Результатом раздела являются формулировка цели проекта. Объем раздела 4-6 стр.

5.3. *Принципы автоматического управления объектом или процессом*. В этом разделе рассматриваются аспекты управления с точки зрения теории автоматического управления. Для этого производится *литературный обзор* методов и способов управления объектом. Выполняется анализ существующих схем и алгоритмов управления основными параметрами объекта или процесса. В результате выполнения раздела необходимо определить и формализовать *объект автоматизации*, указав входные и выходные параметры, а также перечислить *требования к проектируемой АСУ*. Объем раздела 5-10 стр.

5.4. *Описание концепции предлагаемой системы автоматического управления* для достижения цели проекта и решения сформулированной проблемы. В этом разделе в соответствии с представлениями о функционировании объекта, результатами анализа существующих схем управления и информацией, полученной из литературного обзора аргументировано описывается суть предложений по автоматизации одного или нескольких параметров процесса, а также способы оценки эффективности предлагаемых решений. Описание проводится в свободной форме. При этом должна быть определена необходимость автоматизации рассматриваемого процесса и указаны, как и какими функциями системы будут реализовываться требования, сформулированные в предыдущем пункте. По результатам разработки концепции АСУ формируется и описывается *структурно-функциональная организация*. Объем раздела 4-6 стр.

5.5. *Вывод по общей (теоретической) части курсового проекта*. В выводе необходимо провести связи между предлагаемым решением и реальным состоянием дел в аспекте автоматизации одного или нескольких параметров или функций объекта или процесса. В выводе необходимо актуализировать необходимость практической реализации предлагаемого решения и сформулировать задачи для достижения цели проекта и предполагаемые результаты проекта. Объем раздела 3-5 стр.

Объем общей части курсового проекта 20 - 25 стр.

**6. Специальная часть.** В специальной части курсового проекта разрабатывается и исследуется работа заданного темой одного контура регулирования и его интеграция в существующую АСУ. Специальная часть является **вторым** нумерованным разделом курсового проекта. Структура специальной части курсового проекта включает в себя следующие обязательные разделы.

6.1 *Исследование свойств объекта или системы*. В этом разделе на основе данных, полученных из литературных источников или из проведенных экспериментов выполняются исследования различных свойств объекта и/или системы. Задачей исследования является определение входных и выходных параметров объекта (системы) и получение связи между ними в форме *зависимостей*. Так как проектом предусматривается интеграция разрабатываемого контура регулирования в существующую АСУ, то устанавливаются зависимости по взаимодействию отдельных подсистем с разрабатываемой системой.

Результатом раздела являются математическое описание, определяющее связь между выходными и входными параметрами объекта, а также между разрабатываемой системой и взаимодействующей подсистемой АСУ при её интеграции. Объем раздела 3-7 стр.

6.2. *Разработка структурной схемы контура управления со схемой интеграции*. В этом разделе разрабатывается и описывается структурная схема контура управления с учетом выбранного метода управления и особенностей технологического процесса. Структурно схема контура разрабатывается и описывается в терминах и понятиях, принятых в теории автоматического управления. Для каждого элемента схемы приводится *передаточная функция или другая функциональная связь*, позволяющая связать вход и выход звена, и формируется *математическая модель* функционирования контура. Обязательным условием при проектировании структурной схемы контура является наличие элементов *интеграции* с другими подсистемами АСУ. Проектирование взаимодействия разрабатываемого контура с другими подсистемами рекомендуется осуществлять в форме *горизонтальной* или *вертикальной* интеграции. Для элементов интеграции приводится математическое описание функциональной связи.

Разработанная структурная схема приводится в тексте пояснительной записки. В случае необходимости структурная схема может быть вынесена на лист формата А3 с соблюдением требований к оформлению графического материала. Объем раздела 3-5 стр.

*6.3. Программная реализация математической модели контура.* В этом разделе приводятся выражения для численного расчета выходных сигналов динамических звеньев, входящих в структурную схему (интеграторы, регуляторы и т.д.) и алгоритм вычисления всех величин, указанных на структурной схеме. Алгоритм программы расчета представляется в виде блок – схемы алгоритма с учетом всех требований, предъявляемых к оформлению.

По разработанному алгоритму разрабатывается программа для расчета переходных процессов в системе автоматического управления. Текст программы (или программного модуля) расчета выносится в приложение. Выполняется описание работы с разработанной программой. Моделирование работы контура допускается выполнять в системах модельно-ориентированного проектирования. В этом случае описывается работа и настройки *каждого* блока, входящего в схему модели, а вместо блок-схемы алгоритма приводится блочная схема моделирования. Для ключевых блоков схемы приводятся результаты их работы в стационарных условиях (при подаче на входы сигналов постоянной величины). Объем раздела 9-12 стр.

*6.4. Исследование переходных процессов в контуре автоматического управления.* В этом разделе с помощью численного эксперимента исследуются переходные процессы в контуре при действии возмущений как со стороны задания, так и со стороны нагрузки, а также со стороны подсистемы АСУ, с которой происходит интеграция контура. Выполняется определение параметров настройки регулятора контура, а также коэффициентов интеграции для получения переходного процесса требуемого качества. Графики переходных процессов приводятся только для окончательно настроенного контура регулирования. Объем раздела 15 – 18 стр.

*6.5. Техническая реализация разработанного контура управления.* В этом разделе выбираются и перечисляются типы технических средств автоматизации для реализации отдельных функций (функций, которые определены при формировании концепции АСУ), разрабатывается *схема комплекса технических средств АСУ ТП и функциональная схема автоматизации* управления заданным технологическим параметром. Производится описание функциональной схемы автоматизации в соответствии с описанными выше функциями объекта управления. В курсовом проекте недопустимо использовать устаревшие и снятые с производства технические средства, а также неподходящие по требованиям к условиям функционирования. По разработанной функциональной схеме автоматизации разрабатывается *электрическая* принципиальная схема. В пояснительной записке приводятся схемы подключения внешних цепей всех используемых технических средств, при необходимости указываются их основные технические характеристики. *Функциональная* схема автоматизации и *электрическая* принципиальная схема выносятся на лист формата А1. Объем раздела 7-12 стр.

Общий объем специальной части 31-45 стр.

**7. Заключение.** В заключении следует кратко изложить общий ход работы, отметить степень решения поставленных задач, отметить была ли достигнута цель работы и к чему бы привело внедрение результатов на данном технологическом агрегате с точки зрения целесообразности, выраженной в финансовом результате. В заключении необходимо *отметить* какие конкретные результаты были получены лично и какие выводы были

сделаны. Дополнительно приводится краткий расчет для определения экономической эффективности проекта. Объем заключения *не менее* 2 стр.

#### **8. Список использованных источников.**

В этом разделе приводятся ссылки на все используемые литературные источники – не менее 10 источников): периодические издания (журналы); сборники научных трудов; книги (учебники и монографии).

В качестве литературных источников должны в обязательном порядке использоваться журналы из центральной периодической печати не старше 15 лет (с 2008 по 2023 г), такие как «Известия ВУЗов. Черная металлургия», «Сталь», «Черные металлы», «Электрометаллургия», «Вестник МГТУ», «Новости черной металлургии за рубежом», «Автоматизация. Современные технологии», «Автоматизация в промышленности», «Электротехнические системы и комплексы», «Современные технологии автоматизации», «Автоматизированные технологии и производства» и другие, а также учебники, учебные пособия и монографии. Использование интернет ссылок допускается только на интернет-ресурсы официальных издательств, государственных органов и органов власти.

**9. Приложения.** В приложение следует вынести функциональную схему автоматизации, программу (модуль) расчета переходных процессов, электрическую принципиальную схему контура. При необходимости в случае большого объема разделов в приложение могут быть вынесены математическая модель и расчеты по ней, а также расчет экономической эффективности работы предложенного контура управления.

Общий объем пояснительной записки (без учета приложений) составляет 50-65 стр.

### **3 СТРУКТУРА И СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Законченный курсовой проект должен включать:

1. *Пояснительную записку*, включающую:

- титульный лист;
- лист задания на выполнение курсового проекта;
- содержание;
- реферат;
- введение;
- общую и специальные части;
- заключение;
- список использованных источников и приложения.

Пояснительная записка оформляется в соответствии с ГОСТ Р 2.105-2019 ЕСКД.

2. Демонстрационный материал в форме презентации, в которой должны быть представлены все необходимые материалы для защиты курсового проекта для доклада (как правило 12-15 слайдов, для доклада 7-10 минут). В презентации (как и в пояснительной записке) в обязательном порядке должны содержаться:

- *тема, решаемая проблема, цель и задачи* курсового проекта;
- *структура технологического* процесса или объекта с указанием, в рамках разрабатываемой системы автоматизации, диапазона изменения контролируемых и регулируемых параметров;
- *требования* к разрабатываемой системе автоматизации с указанием их необходимости, а также *задач*, решаемых системой автоматизации;
- *схема структурно-функциональной организации* автоматизированной системы управления технологическим параметром процесса, выполняющей

предъявленные требования и содержащий элементы интеграции АСУ;

- *структурная схема* контура управления параметром технологического процесса и его *математическая модель*, включающей математическое представление зависимостей между входами и выходами объекта управления и всех элементов, входящих в контур;
- *алгоритм* моделирования работы контура в переходных режимах при действии возмущений;
- *схема комплекса технических средств* системы управления заданным параметром;
- *функциональная схема автоматизации* контура регулирования, включающую элементы интеграции с другими подсистемами АСУ, спецификация оборудования;
- *электрическая принципиальная схема* контура регулирования;
- *графики* расчетных переходных процессов при оптимальной настройке системы автоматического управления при действии возмущений со стороны разных элементов АСУ;
- *результаты* исследования переходных процессов в контуре автоматического управления.
- заключение по работе.

3. Чертежи проекта, включающие:

- *функциональную схему* автоматизации технологического процесса;
- *принципиальную электрическую схему* контура автоматического управления.

Схемы выполняются на листах формата А1 – А2, складываются в соответствии с «ГОСТ 2.501-88 Правила учета и хранения» и подшиваются к пояснительной записке.

Если в результате курсового проектирования были получены дополнительные результаты, то их возможно привести в тексте пояснительной записки и вынести в презентацию в рамках установленного объёма. Для *выделенных курсивом* вышеперечисленных элементов курсового проекта выполняется оценивание, по результатам которого делается заключение о допуске к защите.

#### **4 ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовое проектирование проводится в течение семестра. Для студентов заочной формы обучения курсовой проект выполняется до *начала* следующей после выдачи задания сессии. Задание на курсовое проектирование выдается индивидуально, в течение *первых двух недель* хода курсового проектирования. За это время необходимо обсудить с руководителем курсового проекта тему и подготовить лист задания на выполнение курсового проекта. Лист задания подписывается руководителем.

Выполнение курсового проекта проводится на *регулярной* основе, с предоставлением руководителю промежуточных результатов не реже чем *раз в две недели*. Ход выполнения курсового проекта контролируется руководителем.

*Полностью выполненный* курсовой проект в «электронном» виде, представляется на проверку преподавателю посредством образовательного портала (допустимые форматы файлов ODT, ODF, DOC, PPT, PDF) *не позже, чем за 10 дней* до окончания семестра и начала сессии. После проверки курсового проекта (срок проверки *не более 3-х* рабочих дней) студент получает рецензию на курсовой проект, в которой отражается полнота выполнения задания, замечания по выполнению поставленных задач, и решение о допуске к защите работы. Дополнительно, может быть предоставлен чек-лист проверки.

При недопуске к защите по решению руководителя после устранения замечаний до окончания срока курсового проектирования допускается еще одна повторная проверка материалов курсового проекта.

При получении допуска к защите назначается дата и время защиты курсового проекта, на которую необходимо подготовить все материалы проекта в «бумажном» виде. На защите с использованием материалов презентации делается доклад (время доклада 7-10 минут) после которого даются ответы на вопросы членов комиссии. По результатам курсового проектирования выставляется оценка.

## 5 ЭТАПЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

При выполнении курсового проекта следует придерживаться следующей последовательности выполнения.

1. Получение задания на курсовое проектирование, подготовка листа задания, сбор исходных данных, выполнение литературного обзора.

2. Постановка цели и формулировка задач, решаемых в проекте. Выполнение и подготовка результатов анализа информационных источников по задачам технологического процесса, контролируемым и регулируемым параметрам, существующим решениям по автоматизации аналогичных процессов.

3. Определение, анализ и формализация объекта управления. Формулировка требований к АСУ в соответствии с задачами технологического процесса. Описание функций, реализуемых АСУ.

4. Изучение характеристик объекта управления и особенностей по управлению объектом. Разработка концепции системы управления с учетом её интеграции в существующие АСУ. Разработка схемы структурно-функциональной организации САР.

5. Разработка математической модели контура регулирования и представление её в форме структурной схемы. Разработка алгоритма функционирования контура и выполнение вычислительного эксперимента по исследованию переходных процессов в САР.

6. Выполнение технической реализации САР. Разработка схемы комплекса технических средств, выбор и описание технических средств автоматизации, изучение схем подключения внешних цепей, разработка функциональной схемы автоматизации и электрической принципиальной схемы.

7. Подготовка реферата, содержания, оформление пояснительной записки подготовка презентации и доклада.

Для студентов очной формы обучения каждый этап проекта выполняется в ходе практических занятий и оценивается руководителем проекта. Для студентов заочной формы обучения этапы проекта выполняются самостоятельно на регулярной основе. Ориентировочно, время выполнения каждого этапа проектирования составляет две недели.

Таблица 1

Сроки выполнения этапов проекта для студентов различных форм обучения

| Этап выполнения                      | 27.03.04<br>очное обучение | 27.03.04<br>заочное обучение |
|--------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 1. Получение темы курсового проекта  | февраль, 8 семестр         | январь, 5 курс               |
| 2. Выполнение и оформление курсового | февраль – май, 8 семестр   | январь-апрель, 5 курс        |

|                             |                |                                      |
|-----------------------------|----------------|--------------------------------------|
| проекта                     |                |                                      |
| 3. Защита курсового проекта | май, 8 семестр | январь, 11 семестр<br>апрель, 5 курс |

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Для качественной подготовки курсового проекта и полного решения поставленных задач необходимо придерживаться следующих рекомендаций.

1. Выполнение курсового проекта демонстрирует способность студента систематически, целенаправленно, а главное самостоятельно принимать решения в процессе работы над проектом.

2. Работа над проектом курсового проектирования должна вестись регулярно в течение всего времени с предоставлением промежуточных результатов руководителю проекта.

3. Тема проекта выбирается исходя из имеющейся информации по автоматизируемому технологическому процессу и исходных данных, полученных на производственной практике или месте работы.

4. После выбора темы проекта и получения задания рекомендуется составить план работы и по возможности обсудить его с руководителем. Хорошим решением является подготовка плана в форме содержания пояснительной записки. Пример шаблона содержания приведен в конце этого раздела пособия. В шаблоне приведены названия разделов и пунктов в общем виде, в своей работе их *необходимо конкретизировать*.

5. Во время защиты курсового проекта уделять внимание полученным в работе результатам, а не описанию схем, графиков, и т.д. (если этого не требует задание и логика доклада). Рекомендуется при описании результатов использовать в докладе фразы начиная словами: «В результате анализа установлено...», «Сформулированы следующие требования ...», «Определены параметры...», «Получено решение...», «Выполнен расчет...», «Разработана схема...», «Установлено, что ...», «Подтверждена взаимосвязь...» и т. д.

Если требуется сделать уточнение, например структуры разработанной схемы, то рекомендуется использовать перечисление элементов из которой она состоит, начиная с фраз, например, «Схема включает в себя...», «Основными сигналами системы являются...», «Выходные сигналы на схеме принимают следующие значения...», «Блок выполняет следующие функции...», «Система решает следующие задачи...», «Элемент схемы предназначен...» и т. д.

## Шаблон примерного содержания пояснительной записки

Реферат

Введение

1. Тема общей части (15–25 стр.)

1.1 Характеристики объекта или процесса управления

1.2 Анализ технологического процесса или объекта

1.3 Принципы автоматического управления объектом или процесса

1.4 Предложение по автоматизации процесса – описание, концепция, структура, аргументация, структурно -функциональная организация АСУ.

1.5 Вывод по разделу

2. Тема специальной части (25–35 стр.)

2.1 Исследование свойств объекта управления или процесса, анализ процессов, происходящих при интеграции систем.

2.2 Структурная схема контура со семей интеграции. Математическая модель контура, объекта и системы интеграции САР.

2.3. Алгоритмизация и программная реализация математической модели контура управления параметром.

2.4 Методика выбора и выбор настроечных коэффициентов и исследование процессов функционирования контура.

2.5 Техническая реализация разработанного контура управления: комплекс технических средств, функциональная схема автоматизации, электрическая принципиальная схема контура системы управления

Заключение

Список использованных источников (не менее 10 источников)

Приложения

## 7 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

При оценке результатов курсового проекта выполняется оценивание каждого элемента проекта, указанного для разработки в п. 5.2, а также взаимосвязь между отдельными разделами. Особое внимание при оценивании уделяется логической связи отдельных элементов проекта между собой. В табл. 1 приведен оценочный лист, который заполняется руководителем проекта и служит для количественной оценки качества выполнения курсового проекта. Если общий балл проекта составляет меньше, чем 50% от максимального числа баллов, то это может являться основанием о недопуске проекта к защите и оценки проекта как «неудовлетворительно».

### Агломерационное производство

1. Автоматизация технологического процесса в подготовительном отделении.

Спец.часть. Оптимизация управления процессом дробления материалов с целью достижения максимально возможной производительности.

2. Автоматизация технологического процесса спекания агломерата в условиях ОАО «ММК».

Спец.часть. Автоматизация процесса регулирования скорости аглоленты по законченности процесса спекания.

Спец.часть. Оптимизация управления процессом увлажнения шихты с целью обеспечения максимальной производительности агломашин.



Спец.часть. Оптимизация управления процессом дозирования топлива в шихту с целью обеспечения максимальной скорости спекания аглошихты.

Спец.часть. Оптимизация процесса добавки углерода в аглошихту с целью достижения максимально возможной прочности аглошихты.

### **Коксохимическое производство**

3. Автоматизация теплового и технологического режима коксовой батареи в условиях ОАО «ММК».

Спец.часть. Разработать автоматизированную систему контроля и управления тепловым режимом камер коксовой батареи.

4. Автоматизация технологического режима работы бензольного отделения коксо-химического производства ОАО «ММК».

Спец.часть. Оптимизация процесса выделения бензола с целью достижения максимально возможного выхода бензола.

5. Автоматизация технологического процесса углеподготовительного отделения коксо-химического производства в условиях ОАО «ММК».

Спец.часть. Оптимизация процесса дробления каменного угля с целью обеспечения максимально возможной производительности дробильной установки.

### **Доменное производство**

6. Автоматизация теплового и технологического режима доменной печи №10 ОАО «ММК».

Спец.часть. Автоматический контроль и управление шихтоподачей и загрузкой шихты с использованием системы бесконусной загрузки.

Спец.часть. Оптимизация процесса подачи природного газа в доменную печь с целью уменьшения расхода кокса.

Спец.часть. Оптимизация соотношения расходов природного газа и технического кислорода с целью обеспечения максимально возможной производительности доменной печи.

7. Автоматизация теплового режима воздухонагревателя доменной печи в условиях ОАО «ММК».

Спец.часть. Оптимизация теплового режима воздухонагревателя с целью обеспечения максимально возможной аккумуляции тепла за период нагрева.

Спец.часть. Оптимизация управления процессом сжигания топлива в период нагрева с целью достижения максимально возможной скорости нагрева купола до заданной температуры.

### **Кислородно-конвертерное производство стали**

8. Автоматизация теплового и технологического режима выплавки стали в условиях ККЦ ОАО «ММК».

Спец.часть. Управление процессом, обеспечивающее предотвращение и недопущение выбросов расплава и шлака из конвертера.

Спец.часть. Прогнозирование текущего содержания углерода в процессе конвертерной плавки ( по анализу отходящих конвертерных газов).

Спец.часть. Разработать систему непрерывного расчетного определения температуры стали в процессе конвертерной плавки.

### **Производство стали в электродуговых печах**

9. Автоматизация технологического процесса выплавки стали в ДСП переменного тока в условиях ОАО «ММК».

Спец.часть. Оптимизация энергетического режима ДСП с целью достижения максимальной производительности печи.

Спец.часть. Оптимизация энергетического режима электродуговой плавки с целью достижения минимального удельного расхода электрической энергии.

Спец.часть. Оптимизация энергетического режима ДСП-180 с целью достижения минимальной себестоимости выплавляемой стали.

Спец.часть. Автоматическое управление тепловым режимом ДСП-180 с использованием информации о косвенном методе расчета текущей температуры жидкой стали.

### **Доводка стали в установках внепечной обработки**

10. Автоматизация теплового и технологического режима в агрегате доводки стали (АДС) в условиях ККЦ ОАО «ММК».

Спец.часть. Автоматизация процесса дозирования и подачи шлакообразующих, легирующих и раскисляющих материалов.

11. Автоматизация технологического режима доводки стали в агрегате печь-ковш (АПК) в условиях ККЦ ОАО «ММК».

Спец.часть. Автоматизированное управление тепловым режимом нагрева металла с использованием системы непрерывного текущего контроля температуры металла.

Спец.часть. Оптимизация энергетического режима доводки стали с целью обеспечения максимальной производительности АПК.

12. Автоматизация технологического режима процесса вакуумирования стали в установке порционного вакуумирования.

Спец.часть. Автоматическое управление процессом вакуумирования с использованием информации о текущем содержании газов в металле.

13. Автоматизация технологического режима процесса вакуумирования стали в установке циркуляционного типа в ЭСПЦ ОАО «ММК».

Спец.часть. Оптимизация управления расходом транспортирующего газа (аргона) с целью достижения максимальной производительности установки.

Спец.часть. Разработать автоматизированную систему определения окончания процесса вакуумирования при достижении заданного содержания углерода в металле (по анализу отходящих газов).

### **Разливка стали на МНЛЗ**

14. Автоматизация технологического процесса разливки стали на слябовые заготовки в условиях ККЦ ОАО «ММК».

Спец.часть. Автоматическое регулирование уровней металла в промежуточном ковше и кристаллизаторе.

Спец.часть. Автоматизированная система управления скоростью разливки в зависимости от температуры стали в промежуточном ковше и марки разливаемой (например, трансформаторной) стали.

15. Автоматизация технологического процесса разливки стали на сортовые заготовки в условиях ЭСПЦ ОАО «ММК».

Спец.часть. Автоматизация процесса охлаждения металла в ЗВО с целью достижения равномерного охлаждения заготовки.

### **Прокатное производство**

16. Автоматизация теплового режима методических печей в условиях стана 2500 ОАО «ММК».

Спец.часть. Оптимизация управления процессом сжигания топлива с целью достижения максимально возможной скорости нагрева металла.

Спец.часть. Разработать автоматическую систему определения текущего температурного состояния нагреваемого металла на выходе из печи с целью стабилизации температуры раската слябовых заготовок.

17. Автоматизация теплового режима при нагреве металла в печах стана 2000 ОАО «ММК».

Спец.часть. Оптимизация управления процессом сжигания топлива в зонах нагрева с целью минимизации затрат топлива на нагрев.

Спец.часть. Автоматическая система прогнозирования и коррекции общего времени нагрева каждой подаваемой заготовки.

18. Автоматизация теплового режима методических печей сортового стана ОАО «ММК» (по выбору).

Спец.часть. Автоматическая система коррекции теплового режима печи при изменении текущей производительности стана.

19. Автоматизация теплового режима светлого отжига металла в печах колпакового типа листопрокатного цеха ЛПЦ-5 ОАО «ММК».

Спец.часть. Автоматическая система регулирования температуры отжигаемого металла с учетом динамики колпаковой и стендовой термопар.

20. Автоматизация теплового режима в зонах нагрева башенной печи АГНЦ цеха покрытий ОАО «ММК».

Спец.часть. Автоматизированная система включения горелок с целью стабилизации температуры полосы на выходе из участка нагрева и обеспечения сохранности радиационных труб.

#### **Сопутствующие производства**

21. Автоматизация теплового режима парогенератора (котла) ТЭЦ ОАО «ММК».

Спец.часть. Автоматизированная система коррекции теплового режима парогенератора при изменении количества вырабатываемой электроэнергии.

22. Автоматизация теплового режима распылительного сушила для приготовления гранулированных шлакообразующих смесей.

Спец.часть. Автоматизация температурного режима и управление процессом сжигания топлива для получения заданного качества смеси.

23. Автоматизация теплового режима печей для сушки и отжига изделий огнеупорного производства ОАО «ММК».

Спец.часть. Автоматизация теплового режима печей с целью достижения требуемого качества огнеупорных изделий.