



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ  
ПРОЦЕССАМИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА***

Направление подготовки (специальность)  
27.03.04 УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

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

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
очная

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

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.04 УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 20.10.2015 г. № 1171)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

12.02.2020, протокол № 6

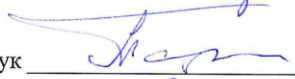
Зав. кафедрой  С.М. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры АСУ, д-р техн. наук  Б.Н. Парсункин

доцент кафедры АСУ, канд. техн. наук  Е.С. Рябчикова

Рецензент:

зам. директора ЗАО "Консом СКС" , канд. техн. наук  
 Ю.Н. Волщук



## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 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 2022 - 2023 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 2023 - 2024 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 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

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

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

- развитие навыков участия в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок в области оптимизации управления технологическими процессами металлургического производства;
- развитие навыков осуществления сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления;
- развитие навыков по произведению расчетов и проектирования отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и по выбору стандартных средств автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием;
- развитие навыков по разработке проектной документации в области оптимизации управления технологическими процессами металлургического производства в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями;
- изучение обучающимися основных методов автоматизированного оптимизирующего управления технологическими процессами металлургического производства;
- получение навыков и способностей обоснованного выбора критерия эффективности оптимизирующего управления;
- изучение методов и приобретение навыков эффективного использования методов оптимизации для достижения экстремума выбранного критерия оптимизации управления.

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

Дисциплина Оптимизация управления технологическими процессами металлургического производства входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Теория автоматического управления

Технические измерения и приборы

Технические средства автоматизации и управления

Проектирование автоматизированных систем

Автоматизированные информационные системы

Системы автоматизации и управления

Аппаратное и программное обеспечение открытых интегрированных систем

Интегрированные системы проектирования и управления

Комплексы технических средств в САУ

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

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная – преддипломная практика

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Оптимизация управления технологическими процессами металлургического производства» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-3 готовностью участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок	
Знать	- основные требования к оформлению результатов проведенного исследования и составления отчетной документации;
Уметь	- составлять отчеты по проведенным исследованиям или лабораторной работе; - кратко, обоснованно представлять основные результаты, полученные в результате проведенного исследования;
Владеть	- способностью достоверного и обоснованного формирования приоритетных задач по оптимизации управления конкретным технологическим процессом; - навыками критического анализа результатов проведенного исследования;
ПК-5 способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	
Знать	- методы статистического анализа экспериментальных данных (обязательно метод наименьших квадратов) при одно- и многофакторном эксперименте; - правила оформления и организации сбора и анализа полученных данных при активном и пассивном экспериментах;
Уметь	- квалифицированно и доступно-обоснованно излагать полученные результаты проделанной исследовательской или лабораторной работы; - использовать информационные ресурсы в области оптимизационного управления технологическими процессами промышленного производства;
Владеть	- навыками анализа полученных данных с целью определения возможности эффективного экстремально-оптимизирующего управления; - умением принятия эффективных технических решений по совершенствованию автоматических систем оптимального управления; - способностью и настойчивостью в принятии технических решений по оптимизации управления технологическими процессами;
ПК-6 способностью производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	

Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- структуру и взаимосвязь автоматизированного производства;</li> <li>- особенности построения АСУ ТП и АСУП современного производственного процесса в металлургии;</li> <li>- особенности технологии и условия оптимизации процессов подготовки шихтовых материалов;</li> <li>- особенности оптимального автоматического управления агломерационного производства;</li> <li>- особенности автоматического управления технологическим процессом производства металлизированных окатышей;</li> <li>- особенности автоматического управления процессом обогащения углей и подготовки многокомпонентной угольной шихты;</li> <li>- индивидуальные условия автоматизации процесса спекания коксующихся углей в коксовых печах , обожженных в батарее;</li> <li>- автоматическое управление процессом оптимизации выделения высокомолекулярных углеводов из коксового газа;</li> <li>- технологические особенности, автоматизация и оптимизация процесса выплавки чугуна в доменных печах;</li> <li>- оптимизированное управление тепловым режимом воздухонагревателей доменной печи;</li> <li>- индивидуальные особенности выплавки стали в двухванных печах с продувкой кислородом;</li> <li>- особенности автоматического управления процессом выплавки стали в кислородно конверторных цехах с верхней продувкой;</li> <li>- типы математических моделей систем оптимизации и автоматизации управления технологическими процессами металлургического производства;</li> <li>- особенности условий автоматической оптимизации управления доводкой стали агломератах печь-ковш;</li> <li>- технологические и индивидуальные условия оптимизации автоматизации процесса вакуумирования стали в установках циркулярного типа;</li> <li>- технологические особенности автоматизированной оптимизации управления выплавкой стали в дуговых сталеплавильных печах переменного тока;</li> <li>- технологические особенности автоматического управления разливкой стали на МНЛЗ радиального типа;</li> <li>- технологические условия автоматизации и оптимизации управления нагревом металла в печах камерного типа;</li> <li>- технологические индивидуальные условия оптимизации автоматического управления нагревом металла в печах проходного типа;</li> <li>- технологические условия оптимизации и автоматизацию процесса охлаждения горячелистового широкополосого проката перед смазкой в рулоны или порезкой на мерные длины;</li> </ul>
-------	---

Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- с использованием специализированного программного обеспечения (метода наименьших квадратов) рассчитывать теоретическую линию регрессии (статическую характеристику) по экспериментальным или расчетным данным для последующего использования при математическом моделировании системы оптимального автоматического управления;</li> <li>- с использованием программного обеспечения рассчитать траекторию поискового процесса и оптимизации инерционного с запаздыванием объекта управления во времени с использованием метода Эйлера;</li> <li>- с использованием специального программного обеспечения осуществить расчет переходных и поисковых режимов в системах автоматической стабилизации и экстремально- оптимизирующего управления технологическим процессом промышленного производства (на примерах металлургического);</li> <li>- синтезировать (разработать) структурные схемы система автоматической стабилизации и оптимизации технологических параметров с использованием типовых методов оптимизации управления инерционными процессами с запаздыванием;</li> <li>- разрабатывать и представлять графически структурные схемы автоматического и экстремально-оптимизирующего управления технологическим процессом в соответствии с использованием поисковым методом с пояснением функции каждого элемента системы;</li> <li>- правильно выбрать тип математической модели автоматизируемого процесса в соответствии с используемым техническими средствами контроля и управления и квалификации персонала;</li> <li>- синтезировать математические модели процесса оптимизации управления технологическими процессами и осуществлять по моделям расчет переходных и поисковых процессов в разработанных контурах автоматического оптимального управления в условиях использования современных микропроцессорных технологических средств;</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проектирования систем оптимального автоматического управления технологическими и производственными процессами в промышленных областях (преимущественно металлургических областях);</li> <li>- навыками создания алгоритмического программного обеспечения работы оптимальных АСУ ТП и АСУП с использованием микропроцессорных контроллеров и промышленных ЭВМ;</li> <li>- методикой синтеза математической модели оптимизирующего автоматизированного управления приоритетного технологического параметра при осуществлении математического моделирования;</li> <li>- методикой определения рациональных и наилучших значений параметров динамической настройки регулирующих устройств по динамическим параметрам объекта управления поискового процесса;</li> <li>- навыками математического моделирования работы синтезированных в проектировании контуров управления с целью оперативного устранения ошибок в алгоритмическом обеспечении;</li> </ul>

ПК-7 способностью разрабатывать проектную документацию в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- существующие текущие технические решения по вопросу автоматического оптимизирующего управления конкретным процессом;</li> <li>- технические возможности и характеристики предлагаемых средств контроля и оптимального управления;</li> <li>- условные обозначения всех используемых технологических параметров и технических средств при графическом представлении контуров и систем автоматического оптимизирующего управления;</li> </ul>
Уметь	- разрабатывать структурные, функциональные и принципиальные схемы систем автоматического управления технологическими процессами;
Владеть	- навыками проектирования и разработки структурных, функциональных и принципиальных схем оптимального автоматического управления.



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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 133,8 акад. часов;
- аудиторная – 127 акад. часов;
- внеаудиторная – 6,8 акад. часов
- в форме практической подготовки – 11 акад. часов;
- самостоятельная работа – 118,5 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - зачет, курсовой проект, экзамен

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. Подготовка исходных шихтовых материалов и оптимизация управления								
1.1 Устройства первичной стадии дробления, кускования, кольцевания, валковые дробилки, принципы управления. Открытые и закрытые режимы измельчения.	7	3			7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме.	Устный опрос	ПК-6
1.2 Способы измерения уровня материалов в бункере, типы дозаторов вибрационные, барабанные, тарельчатые. Схемы и способы измерения массы сыпучих материалов на транспортерах. Схемы оптимизации управления дозированием компонентов шихты.		4			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме.	Устный опрос	ПК-6
Итого по разделу		7			17			
2. Автоматизация и оптимизация процесса управления агломерацией рудной части шихты и процесса производства окатышей								
2.1 Технологические особенности процесса агломерации, теплофизические процессы при спекании. Управляющие и управляемые основные параметры процесса и их взаимовлияние.	7	3			7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме.	Устный опрос	ПК-6

2.2 Системы оптимизации управления влажностью, скорости аглоленты, производительности и качества агломерата. АСУ ТП агломерационного процесса. Технологическая схема автоматизации и оптимизации управления					10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме.	Устный опрос	ПК-6
Итого по разделу	7				17			
3. Автоматизация и оптимизация коксохимического								
3.1 Технология производства кокса в коксовых печах. Особенности процесса. Функциональная схема контроля и автоматизации коксовой батареи. Оптимизация автоматического управления процессом извлечения полезных материалов из коксового газа на примере					5	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-6
3.2 Особенности технологии выплавки чугуна в доменной печи. Функциональная схема контроля и управления выплавки чугуна, особенности работы отдельных контуров и систем оптимизации управления: подачи материалов и загрузки, тепловым режимом, газодинамическим режимом и ходом печи.	7				5	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-6
3.3 Функциональная схема контроля и управления оптимальным режимом воздухонагревателей ДП. Оптимизация процесса выплавки чугуна и нагрева дутья ДП.					7	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-6
Итого по разделу	7	12/4И			17			
4. Автоматизация и оптимизация сталеплавильного производства в кислородных конверторах и 2-х ваннах								

4.1 Особенности технологического процесса выплавки стали в 2х ваннных печах и автоматизации процессов. Функциональная схема управления и контроля выплавки стали. Обеспечение безопасных условий.	7	2	4/2И		5	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-6
4.2 Технологические особенности выплавки стали в конверторах с продувкой металла кислородом. Функциональная схема контроля и оптимального управления конверторным процессом. Системы предотвращения выбросов и управление отводом плавильных		2	4/2И		5	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-6
4.3 Типы моделей металлургических процессов и их особенности. Детерминированные, оптимизирующие экспериментально – статистические, эмпирические, нейросетевые, нечеткой логики и динамические, достоинства и недостатки,		3	4		7	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-6
Итого по разделу		7	12/4И		17			
5. Автоматизация и оптимизация процесса выплавки стали в электродуговых сталеплавильных печах переменного тока сверхвысокой мощности								
5.1 Особенности технологического процесса выплавки стали в ДСП и автоматического оптимального управления энергетическим и технологическим режимами. Функциональная схема контроля и управления процессом электроплавки.	7	4	6/6И		10	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-6

5.2	Оптимизация управления процессом, выбор критерия. Способ непрерывного контроля температуры стали.		4	6		10,1	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-6
Итого по разделу			8	12/6И		20,1			
Итого за семестр			36	36/14И		88,1		зачёт	
6. Автоматизация и оптимизация процессов выпечки доводки стали в электродуговых ковш-печи (АКП) и установках вакуумирования стали									
6.1	Технологические особенности доводки стали в агрегатах печь-ковш (АКП). Функциональная схема контроля и оптимального управления процессом доводки стали.		3	2/2И	2/2И	5	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, ПК-5, ПК-6, ПК-7
		8							
6.2	Технологические особенности циркуляционного оптимального вакуумирования стали. Функциональная схема контроля и оптимизирующего регулирования процесса вакуумирования. Оптимизация управления процессом для достижения максимальной производительности.		4	4/2И	2	5	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, ПК-5, ПК-6, ПК-7
Итого по разделу			7	6/4И	4/2И	10			
7. Автоматизация и оптимизация процесса разлива стали на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) и на литейно-прокатных комплексах									

7.1 Особенности разливки стали на МНЛЗ и проблемы при оптимизации и автоматизации управления процессом. Функциональная схема контроля и оптимизированного управления процессом разливки.	8	4	4/4И		5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме. Подготовка отчета по лабораторным и практическим работам. Подготовка курсового проекта.	Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных и практических работ. Выполнение графика курсового проектирования.	ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7
7.2 Особенности работы отдельных оптимизированных контуров управления процессом разливки при использовании литейно-прокатных комплексов.		3	2	4/2И	5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме. Подготовка отчета по лабораторным и практическим работам. Подготовка курсового проекта.	Устный опрос по лекционному материалу и по темам лабораторных и практических работ. Выполнение графика курсового проектирования.	ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7
Итого по разделу		7	6/4И	4/2И	10			
8. Автоматизация и оптимизация процесса нагрева металла перед прокаткой и в процессе термической обработки в печах камерного и проходного типа								
8.1 Особенности технологического процесса нагрева металла в печах камерного типа. Функциональная схема контроля и оптимального управления. Типы камерных печей, контура управления.	8	4	6	2	5	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. Выполнение графика курсового проектирования	ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7

8.2 Особенности управления технологическим процессом нагрева металла в печах проходного типа. Функциональная схема контроля и оптимального управления тепловым режимом многозонной нагревательной печи. Оптимизация управления тепловым режимом нагревательных печей.		4	4	1	5,4	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. Выполнение графика курсового проектирования.	ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7
Итого по разделу		8	10	3	10,4			
Итого за семестр		22	22/8И	11/4И	30,4		экзамен, кп	
Итого по дисциплине		58	58/22И	11/4И	118,5		зачет, курсовой проект, экзамен	ПК-6, ПК-3, ПК-5, ПК-7

## **5 Образовательные технологии**

Для практической реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Оптимизация управления технологическими процессами металлургического производства» 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, курсовое проектирование и итоговая ВКР.

Технологии проблемного обучения – проблемные лекции является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения; практические занятия с использованием проблемного обучения, 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 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, использование учебной и научной литературы по теме изучаемой дисциплины.

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

**6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**  
Представлено в приложении 1.

**7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**  
Представлены в приложении 2.

**8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**  
**а) Основная литература:**

1. 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://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=482.pdf&show=dcatalogues/1/1087745/482.pdf&view=true> (дата обращения: 14.09.2020). - 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. Сухоносова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=71.pdf&show=dcatalogues/1/1123963/71.pdf&view=true> (дата обращения: 14.09.2020). - 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://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=269.pdf&show=dcatalogues/1/1060896/269.pdf&view=true> (дата обращения: 14.09.2020). - 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://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2913.pdf&show=dcatalogues/1/1134463/2913.pdf&view=true> (дата обращения: 14.09.2020). - 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://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=597.pdf&show=dcatalogues/1/1103150/597.pdf&view=true> (дата обращения: 14.09.2020). - 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. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 226 с. : ил., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=900.pdf&show=dcatalogues/1/1118840/900.pdf&view=true> (дата обращения: 14.09.2020). - 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://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2248.pdf&show=dcatalogues/1/1129743/2248.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - 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: 20.09.2020).
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: 20.09.2020).
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: 20.09.2020).

**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://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=638.pdf&show=dcatalogues/1/1109486/638.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - 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. Сухоносова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 54 с. : ил., табл., схем. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2248.pdf&show=dcatalogues/1/1129743/2248.pdf&view=true> (дата обращения: 18.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

3. Методические рекомендации для выполнения курсового проекта. Приложение 3

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

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows XP Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
Виртуальный стенд системы автоматического управления технологическим параметром	свидетельство №2013612340	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>

Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH	<a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный консорциум» (НП НЭИКОН)	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</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
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий и лабораторных работ:  
лаборатория автоматизации технологических процессов и производств  
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 теплогоснабжения и вентиляции», АТГСВ-09-11ЛР-01 + ноутбук с предустановленным ПО от изготовителя;
  - лабораторный стенд «Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения», АВИВ-У-01-12;
  - лабораторный стенд «ПЛК-Omron-4ОА-НН#»
  - лабораторный стенд «Основы автоматизики», 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
4. Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций  
Доска, мультимедийный проектор, экран
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования  
Стеллажи для хранения учебно-методической документации

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Оптимизация управления технологическими процессами металлургического производства» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся предполагает выполнение лабораторных и практических работ, курсового проекта, и доклад по полученным результатам в процессе курсового проектирования. По результатам оцениваются полученные навыки и умения по созданию систем оптимального управления в соответствии с ответами на поставленные вопросы.

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

Тема лабораторной работы	Вопросы для устного опроса
1. Определение статических и динамических характеристик объекта оптимизации управления (математическая модель, расчет по экспериментальным данным)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение и определение понятия «статическая характеристика».</li> <li>2. Что такое динамическая характеристика?</li> <li>3. Динамические параметры объекта оптимизации.</li> <li>4. Понятие кривой разгона.</li> <li>5. Основные свойства метода наименьших квадратов.</li> </ol>
2. Изучение метода поиска экстремума по запоминанию экстремума оптимизируемого параметра и расчет траектории поискового режима	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные положения метода поиска по запоминанию экстремума.</li> <li>2. Структурная схема реализации метода и назначения отдельных элементов схемы.</li> <li>3. Условия функционирования запоминающего устройства.</li> <li>4. Условия реверса исполнительного механизма.</li> <li>5. Назначение выдержки сигнум-реле.</li> </ol>
3. Изучение шагового принципа поиска экстремума по методу запоминания экстремума приращений оптимизируемого параметра. Определение траектории поискового режима.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Условие применения шагового типа поиска.</li> <li>2. Достоинства и недостатки метода поиска по запоминанию экстремума параметра.</li> <li>3. Преимущество способа по запоминанию экстремума приращений.</li> <li>4. Показатели качества поискового процесса.</li> <li>5. Что такое инерционность? Какова количественная оценка этого параметра?</li> </ol>
4. Способы повышения эффективности поисковых режимов САОУ по запоминанию экстремума	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Условие остановки поиска</li> <li>2. Назначение стабилизирующего устройства.</li> <li>3. Модель работы сигнум-реле</li> <li>4. Назначение дифференцирующего устройства и его характеристики</li> <li>5. Показатели качества поискового режима</li> </ol>
5. Изучение принципа работы САОУ, основанных на	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие принципа нечеткой логики</li> <li>2. Назначение функций принадлежности</li> <li>3. Принципы формирования базы правил</li> </ol>

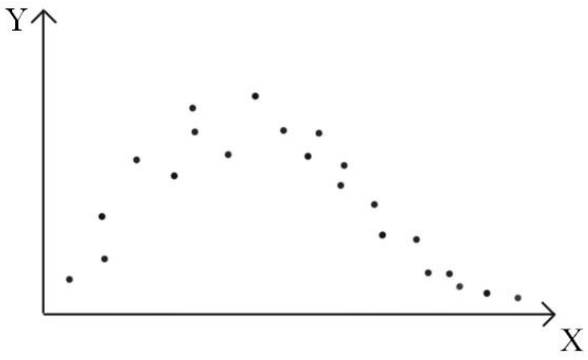
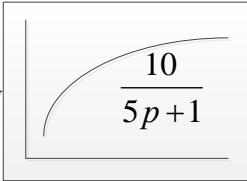
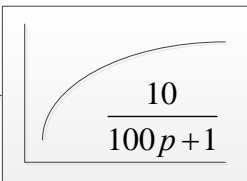
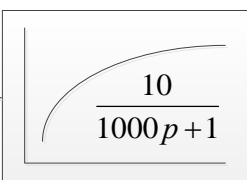
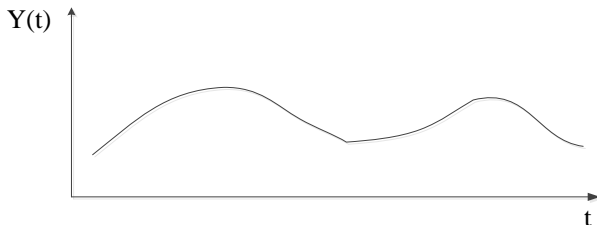
использовании принципов нечеткой логики и нечетких множеств	4. Достоинства и недостатки принципа поиска, основанного на понятиях нечеткой логики 5. Какие параметры оптимизирующего процесса использованы при нечеткой оптимизации?
6. Изучение принципа поиска в САОУ по интегральной оценке реакции оптимизируемого процесса на тестирующее воздействие в форме ортогональной функции Уолша	1. Область использования метода 2. Свойства функции Уолша 3. Условия эффективного использования функции Уолша 4. Достоинства и недостатки используемого метода 5. Условие реверса при использовании метода

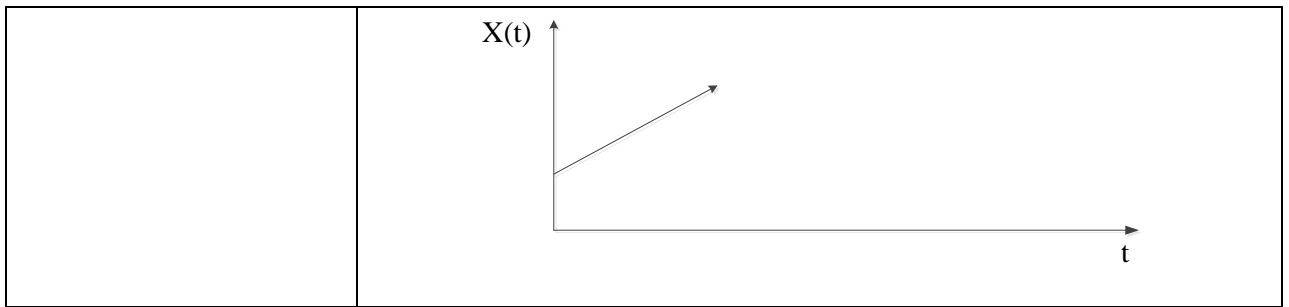
**Примеры тем практических работ по дисциплине:**

1. Использование метода наименьших квадратов при определении статической экстремального вида характеристики процесса.
2. Основные принципы и математическая модель метода поиска экстремума оптимизируемого параметра или производной этого параметра.
3. Метод поиска экстремума в САОУ с принудительной модуляцией.
4. Метод поиска экстремума в САОУ шагового принципа поиска и рекомендации по использованию метода.
5. Метод поиска по интегральной оценке реакции оптимизируемого процесса на тестирующее входное воздействие.
6. Составление структурных схем САОУ различных методов поиска экстремума.
7. Метод поиска экстремума на основе использования принципа нечеткой логики.

*Пример контрольных тестов при проведении практических занятий по дисциплине «Оптимизация управления технологическими процессами металлургического производства»*

Ответы на контрольный тест	Пример контрольного теста
1. Второй 2. Третий 3. Четвертый 4. Первый	1. Какой порядок аппроксимирующего полинома наиболее приемлем для определения статической характеристики по экспериментальным данным $y=f(x)$

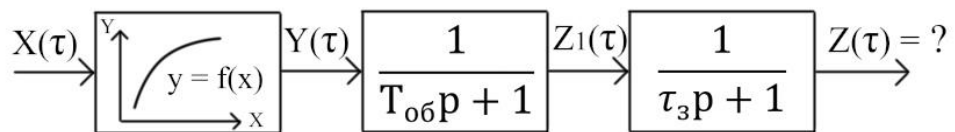
	
<p>1. Шаговый принцип САОУ</p> <p>2. По запоминанию экстремума параметра</p> <p>3. По запоминанию экстремума скорости изменения параметра</p>	<p>2. Какой из методов поиска экстремума наиболее целесообразно применить при оптимизации управления объектами с передаточными функциями, которые приведены ниже:</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="text-align: center; margin-right: 10px;">X →</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; margin: 0 10px;">  </div> <div style="text-align: center; margin-left: 10px;">Y →</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="text-align: center; margin-right: 10px;">X →</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; margin: 0 10px;">  </div> <div style="text-align: center; margin-left: 10px;">Y →</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="text-align: center; margin-right: 10px;">X →</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; margin: 0 10px;">  </div> <div style="text-align: center; margin-left: 10px;">Y →</div> </div> </div>
<p>Траектория <math>Y(t)</math> при заданном начальном направлении <math>X(t)</math> определяется в соответствии с применяемым методом (надо думать, а не выбирать)</p>	<p>3. На вход сигнум-реле САОУ по запоминанию экстремума оптимизируемого параметра поступает сигнал:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Определить траекторию изменения управляющего воздействия <math>X(t)</math> при заданной зоне нечувствительности <math>\Delta Y_n</math> при заданном начальном направлении <math>X(t)</math></p>



Обучающийся при изучении дисциплины «Оптимизация управления технологическими процессами металлургического производства» должен выполнить контрольные работы, соответствующие этапам курсового проектирования по выбранной им теме (индивидуально).

**Примеры тем контрольных работ по изучаемой дисциплине (один вариант)**

1. По экспериментальным данным получить уравнение экстремальной статической характеристики в виде линии регрессии в координатах <<управляющие воздействие- $X$ >>-<<Оптимизируемый параметр -  $Y$ >>: управление  $y = f(x)$ . Конкретный пример решения задания принять в соответствии с темой.
2. С использованием численного метода Эйлера определить траекторию поиска инерционного звена с запаздыванием оптимизируемого параметра объекта управления при соблюдении условий, в соответствии с представленной схемой метода поиска:



Траектория  $y=f(x)$  задается индивидуально (статическая характеристика) по результатам выполнения первой контрольной; значения  $T$  и  $\tau_3$  -задаются индивидуально или по литературным данным.

3. По физическому представлению и описанию технологического агрегата и происходящего в нем переходного процесса составить структурную схему контура оптимизации управления технологическим процессом, с использованием принятого предложенного метода. Привести функциональное описание каждого элемента структурной схемы в виде формализованного представления математической модели поискового режима в виде траектории  $Z(\tau)$ ,  $Y(\tau)$ ,  $X(\tau)$  и в координатах: << $Y(X)$ ,  $Z(X) - X$ >>.

Выполнение заданий всех контрольных работ есть условие допуска к зачету по изучаемой дисциплине «Оптимизация управления технологическими процессами металлургического производства» и условия выполнения курсового процесса.

**Методические рекомендации по выбору темы курсового проекта и порядок защиты.**

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

Курсовой проект выполняется в 8 семестре.



Написание курсового проекта является важным звеном в выработке у обучающихся навыков к самостоятельной научной работе с учебной литературой и справочниками по конкретной тематике, приобретении опыта оформления текстового и графического материала в соответствии с действующими стандартами с использованием современных информационных средств.

В ходе выполнения курсового проекта изучаются технологические и тепловые режимы работы объекта управления, состав средств контроля и регулирования, функции автоматизированной системы оптимального управления технологического процесса. На основании изученного материала составляется функциональная схема автоматизации, разрабатывается структурная схема локальной САОУ, выбираются средства контроля и регулирования, рассчитываются оптимальные настройки регулятора, производится анализ разработанной САОУ. Студент учится составлять пояснительную записку, спецификацию на контрольно-измерительные приборы и автоматику, выполнять структурные и функциональные схемы автоматизации выбранного технологического объекта.

**Выполнение курсового проекта состоит из выполнения следующих этапов:**

Ознакомление с темами проектов

Выдача задания на курсовой проект

Сбор экспериментальных данных

Согласование и утверждение темы курсового проекта

Подбор литературы

Анализ и подготовка литературного обзора

Составление математической модели объекта управления

Разработка структурной схемы САОУ технологического параметра

Анализ переходных процессов в САОУ

Разработка функциональной схемы автоматизации технологического процесса и спецификации КИП и А

Оформление курсового проекта и сдача на проверку.

Защита курсового проекта

Курсовой проект состоит из текстовой части (пояснительной записки) на 30-40 страниц и графической части – 1 лист формата А1. Графическая часть курсового проекта содержит схему автоматизации объекта. Спецификация оборудования может располагаться над штампом на схеме автоматизации или в приложении пояснительной записки.

Курсовой проект служит для привития навыков по расчету типовых систем управления. Курсовой проект включает: 1 часть – описание объекта, процессов протекающих в объекте, его характеристик, составление математической модели ОУ; 2 часть – синтез САОУ,

составление математической модели контура регулирования и расчет параметров настройки оптимизатора несколькими способами.

Защита курсового проекта проводится открыто, то есть в присутствии всей студенческой группы. Студенту необходимо кратко и четко изложить суть курсового проекта в течение 10-12 минут. По демонстрационному листу со схемой автоматизации указать локальные системы управления, контроля и технической защиты и назвать датчики основных технологических величин.

Защита должна продемонстрировать знание основных вопросов темы, литературных источников, методов расчета которые студент использовал при написании курсового проекта.

Во время защиты студенту при себе необходимо иметь: исправленную и аккуратно оформленную, сшитую пояснительную записку; демонстрационный лист с функциональной схемой автоматизации на ватмане размера А1; электронный носитель (диск на котором собраны ПЗ, схема автоматизации, программа расчета контура управления, презентация); зачетку. Иллюстрационные материалы для защиты могут быть выполнены на компьютере для демонстрации через проектор.

По итогам проделанной работы и защиты студенту выставляется оценка. «Неудовлетворительно» ставится в том случае, если студент во время защиты проявил полное незнание темы, не сумел правильно ответить на заданные вопросы по защищаемому курсовому проекту. Если студент получил неудовлетворительную оценку, назначается повторная защита или поручают написать новый курсовой проект по другой теме.

Защищенный курсовой проект остается на кафедре. Лучшие проекты могут быть рекомендованы для докладов на научных студенческих конференциях, к публикации тезисов в студенческих сборниках

Успешная защита курсового проекта является допуском к сдаче экзамена по дисциплине «Оптимизация управления технологическими процессами металлургического производства».

### ***Примеры тем курсовых проектов по дисциплине «Оптимизация управления технологическими процессами металлургического производства»***

1. Автоматизация и оптимизация управления процессом измельчения материалов с целью достижения максимальной производительности барабанных мельниц, работающих в замкнутом цикле
2. Автоматизация и оптимизация управления процессом спекания агломерата с целью достижения максимальной производительности процесса за счет рационального увлажнения агломерационной шихты
3. Автоматизация и оптимизация управления процессом спекания шихты на агломерационных машинах, имеющих кольцевой охладитель с целью достижения максимальной производительности процесса за счет рационального управления расходом кокса в шихту
4. Автоматизация и оптимизация управления процессом обжига известняка для получения извести во вращающихся печах с целью достижения минимального расхода топлива, за счет рационального управления процессом его сжигания в рабочем пространстве
5. Автоматизация и оптимизация управления процессом коксования с целью достижения максимальной производительности процесса за счет рационального управления процессом

реверсирования продуктов сгорания, с учетом температуры в отходящем борове из каждого простенка

6. Автоматизация и оптимизация управления процессом выделения предельных углеводородов из прямого коксового газа с целью выделения максимального количества бензола за счет рационального управления температурным режимом процесса выделения бензола

7. Автоматизация и оптимизация управления процессом сжигания топлива в воздухонагревателе доменной печи с целью обеспечения максимальной степени аккумуляции тепла насадкой за счет рационального управления расходом воздуха в режиме нагрева

8. Автоматизация и оптимизация управления процессом нагрева дутья в воздухонагревателях регенеративного типа с целью достижения максимальной аккумуляции тепла насадкой за счет рациональной продолжительности нагрева

9. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки чугуна в доменной печи при рациональном управлении подачей природного газа с целью минимизации удельного количества кокса на тонну чугуна

10. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки чугуна в доменной печи при рациональном управлении соотношением удельных количеств природного газа к удельному количеству кислорода с целью достижения максимальной производительности печи

11. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки стали в кислородном конвертере с верхней продувкой при рациональном управлении энергопотреблением движения дымососа с целью снижения удельного расхода электроэнергии, за счет использования гидравлической муфты

12. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки стали в кислородном конвертере с верхней продувкой при рациональном управлении интенсивностью продувки с целью предотвращения выбросов металло-шлаковой эмульсии и повышения производительности процесса

13. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи переменного тока при рациональном управлении электрическим режимом с целью достижения максимальной производительности процесса

14. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки стали в ДСП при рациональном управлении электрическим режимом с целью минимизации удельного количества электроэнергии на тонну стали

15. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки стали в ДСП при рациональном управлении температурным режимом в технологическом периоде плавки за счет использования непрерывного замера температуры жидкой стали

16. Автоматизация и оптимизация управления процессом доводки стали в агрегате ковш-печь при рациональном управлении электрическим режимом с целью достижения максимальной производительности процесса

17. Автоматизация и оптимизация управления температурным режимом при доводке стали в АКП при рациональном управлении электрическим режимом с использованием непрерывного способа измерения температуры металла для повышения производительности процесса

18. Автоматизация и оптимизация управления процессом циркуляционного вакуумирования стали при рациональном управлении расходом аргона для повышения максимальной массы металла в циркуляционном контуре с целью обеспечения максимальной производительности процесса

19. Автоматизация и оптимизация управления процессом вакуумирования стали на установке циркуляционного типа путем рационального управления расходом аргона с целью достижения максимального расхода экстрагированных из металла газов для достижения максимальной производительности процесса

20. Автоматизация и оптимизация управления процессом вакуумирования стали на

установке циркуляционного типа в режиме «ВКР» при рациональном управлении расходом аргона для обеспечения максимального давления в рабочем пространстве вакуум камеры при максимальной производительности процесса

21. Автоматизация и оптимизация управления процессом циркуляционного вакуумирования стали при рациональном управлении расходом транспортирующего газа (аргона) для поддержания минимальной массы металла в сталеразливочном ковше и максимальной производительности процесса

22. Автоматизация и оптимизация управления процессом нагрева металла при рациональном управлении расходом воздуха для достижения максимальной температуры рабочего пространства и минимизации затрат топлива на нагрев

23. Автоматизация и оптимизация управления процессом нагрева металла при рациональном управлении газодинамическим режимом рабочего пространства с целью минимизации тепловых потерь с подсосами холодного атмосферного воздуха и выбиваний горячих продуктов сгорания

24. Автоматизация и оптимизация управления процессом разливки стали на МНЛЗ при рациональном управлении подачей воды в секции зоны вторичного охлаждения с целью минимизации температурных напряжений в отливаемой заготовке

25. Автоматизация и оптимизация управления процессом нагрева металла в печах проходного типа при рациональном управлении распределением подачи максимальной производительности процесса

26. Автоматизация и оптимизация управления процессом нагрева металла в печах проходного типа при рациональном управлении распределением топлива по длине печи с целью минимизации удельного количества топлива на нагрев тонны металла

27. Автоматизация и оптимизация управления охлаждением металла в ЗВО с целью достижения равномерного охлаждения заготовки в МНЛЗ.

28. Автоматическая система прогнозирования и коррекции общего нагрева каждой подаваемой заготовки для расчета оптимальной температурной траектории в нагревательных печах стана 2500 ПАО «ММК».

29. Автоматическая система прогнозирования и коррекции общего нагрева каждой подаваемой заготовки для расчета траектории гарантированного нагрева этой заготовки в методических печах стана 2000 ПАО «ММК».

30. Автоматическая система оптимизации регулирования температуры отжигаемого металла с учетом динамики колпаковой и стендовой термопар в печах колпакового типа листопркатного цеха ЛПЦ-5 ОАО «ММК».

31. Автоматизированная система оптимального управления включением горелок с целью получения стабилизации температуры полосы на выходе из участка нагрева и обеспечения сохранности радиационных труб в зонах нагрева башенной печи АНГЦ цеха покрытий ПАО «ММК».

32. Автоматизированная система оптимальной коррекции теплового режима парогенератора при изменении количества вырабатываемой электроэнергии.

33. Автоматизация и оптимизация управления тепловым режимом распылительного сушила с целью приготовления заданного количества гранулированных шлакообразующих смесей.

34. Автоматизация и оптимизация теплового режима печей для сушки и отжига изделий огнеупорного производства ПАО «ММК» с целью достижения требуемого качества огнеупорных изделий.

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Оптимизация управления технологическими процессами металлургического производства»**

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
готовностью участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок (ПК-3)		
Знать	– основные требования к оформлению результатов проведенного исследования и составления отчетной документации;	<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> </ol>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– составлять отчеты по проведенным исследованиям или лабораторной работе;</li> <li>– кратко, обоснованно представлять основные результаты, полученные в результате проведенного исследования;</li> </ul>	<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> </ol>
Владеть	– способностью достоверного и обоснованного формирования приоритетных задач по оптимизации управления конкретным технологическим процессом;	Оформление текстовой и графической части курсового проекта в соответствии с требованиями стандартов и принятых методических указаний.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	– навыками критического анализа результатов проведенного исследования;	
способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления (ПК-5)		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– методы статистического анализа экспериментальных данных (обязательно метод наименьших квадратов) при одно- и многофакторном эксперименте;</li> <li>– правила оформления и организации сбора и анализа полученных данных при активном и пассивном экспериментах;</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы статистического анализа экспериментальных данных (обязательно метод наименьших квадратов) при одно- и многофакторном эксперименте.</li> <li>2. Правила оформления и организации сбора и анализа полученных данных при активном и пассивном экспериментах.</li> </ol>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– квалифицированно и доступно-обоснованно излагать полученные результаты проделанной исследовательской или лабораторной работы;</li> <li>– использовать информационные ресурсы в области оптимизационного управления технологическими процессами промышленного производства;</li> </ul>	Провести информационный поиск научных источников по заданной теме курсового проекта или проводимой научной работы.
Владеть	– навыками анализа полученных данных с целью определения возможности эффективного экстремально-оптимизирующего	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подбор необходимых материалов, составление примерного плана курсового проекта.</li> <li>2. Анализ информационной литературы, подготовкой аналитических обзоров по эффективному решению поставленной задачи курсового проекта.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>управления;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– умением принятия эффективных технических решений по совершенствованию автоматических систем оптимального управления;</li> <li>– способностью и настойчивостью в принятии технических решений по оптимизации управления технологическими процессами;</li> </ul>	
<p>способностью производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием (ПК-6)</p>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– структуру и взаимосвязь автоматизированного производства;</li> <li>– особенности построения АСУ ТП и АСУП современного производственного процесса в металлургии;</li> <li>– особенности технологии и условия оптимизации процессов подготовки шихтовых материалов;</li> <li>– особенности оптимального автоматического управления агломерационного производства;</li> <li>– особенности автоматического управления технологическим процессом производства</li> </ul>	<p><b>Вопросы для подготовки к зачету с оценкой:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Необходимые условия для обеспечения оптимизации управления технологическим процессом.</li> <li>2. Почему экстремальная статическая характеристика должна быть унимодальной?</li> <li>3. Экспериментальное определение статической характеристики методом наименьших квадратов (суть метода)</li> <li>4. Метод Эйлера при решении дифференциальных уравнений</li> <li>5. Динамика систем экстремального регулирования, влияние на поисковый процесс</li> <li>6. Чем отличается САУ от системы СЭР?</li> <li>7. Метод поиска экстремума по запоминанию экстремума оптимизируемого параметра</li> <li>8. Метод поиска экстремума с принудительной модуляцией. Рекомендации,</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>металлизированных окатышей;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– особенности автоматического управления процессом обогащения углей и подготовки многокомпонентной угольной шихты;</li> <li>– индивидуальные условия автоматизации процесса спекания коксующихся углей в коксовых печах , обожженных в батарее;</li> <li>– автоматическое управление процессом оптимизации выделения высокомолекулярных углеводов из коксового газа;</li> <li>– технологические особенности, автоматизация и оптимизация процесса выплавки чугуна в доменных печах;</li> <li>– оптимизированное управление тепловым режимом воздухонагревателей доменной печи;</li> <li>– индивидуальные особенности выплавки стали в двухванных печах с продувкой кислородом;</li> <li>– особенности автоматического управления процессом выплавки стали в кислородно конверторных цехах с верхней продувкой;</li> <li>– типы математических моделей систем</li> </ul>	<p>достоинства и недостатки</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9. Дискретные (числовые) СЭР: рекомендации по использованию, достоинства и недостатки</li> <li>10. Системы экстремального регулирования (СЭР) с интегральной оценкой отклика процесса на пробное тестируемое входное воздействие</li> <li>11. Чем обеспечивается защита СЭР от высокочастотных помех</li> <li>12. Чем обеспечивается защита от ложных срабатываний СЭР при действии низкотехнологических возмущений?</li> <li>13. Зачем нужна выдержка сигнум-реле-БСР в СЭР с запоминанием экстремума?</li> <li>14. Зачем необходим принципиальный поверочный реверс в СЭР?</li> <li>15. Что такое «Время выдержки сигнум-реле» в параметрах настройки оптимизатора?</li> <li>16. Что такое «Время коммутатора поверочных реверсов» в параметрах настройки оптимизатора?</li> <li>17. С какой целью в СЭР непрерывного действия используется остановка исполнительного механизма, формирующего управляющее воздействие?</li> <li>18. Что такое потеря на поиске в СЭР и причины появления этого показателя?</li> <li>19. Зачем нужен триггер-реверса в структурной схеме СЭР?</li> <li>20. Условие формирования запоминающего устройства, способного запоминать только увеличение оптимизируемого параметра и рекомендации по применению.</li> <li>21. Условие программной реализации запоминающего устройства, способного запоминать только уменьшение оптимизируемого параметра и рекомендации по применению.</li> <li>22. Что такое искусственные нейронные сети?</li> <li>23. Из каких основных элементов состоит нейронная сеть?</li> <li>24. Строение нейрона (элементы программной реализации).</li> <li>25. Зачем функция активации и основные требования по выбору этой функции?</li> <li>26. Почему нейросетевая модель оптимизируемого процесса называется</li> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>оптимизации и автоматизации управления технологическими процессами металлургического производства;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– особенности условий автоматической оптимизации управления доводкой стали агломератах печь-ковш;</li> <li>– технологические и индивидуальные условия оптимизации автоматизации процесса вакуумирования стали в установках циркулярного типа;</li> <li>– технологические особенности автоматизированной оптимизации управления выплавкой стали в дуговых сталеплавильных печах переменного тока;</li> <li>– технологические особенности автоматического управления разливкой стали на МНЛЗ радиального типа;</li> <li>– технологические условия автоматизации и оптимизации управления нагревом металла в печах камерного типа;</li> <li>– технологические индивидуальные условия оптимизации автоматического управления нагревом металла в печах проходного типа;</li> </ul>	<p>адаптивной экспериментально статической моделью?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>27. В чем суть представления оптимизируемого технологического процесса как «черного ящика»?</li> <li>28. В чем суть представления оптимизируемого технологического процесса как «белого ящика»?</li> <li>29. В чем сходство и различия представления человека и искусственной нейронной сети о технологическом процессе?</li> <li>30. В чем суть адаптации ИНС к реальным технологическим условиям?</li> <li>31. Какие методы обучения ИНС вам известны?</li> <li>32. Что такое представляет метод обратного распространения ошибки?</li> <li>33. В чем суть принципа максимума Понтрягина?</li> <li>34. Что такое сопряженные переменные при использовании принципа максимума?</li> <li>35. Основные принципы нечеткой логики и нечетких множеств в теории управления.</li> <li>36. Что такое лингвистические переменные и назначение их при использовании нечеткой логики?</li> <li>37. Назначение функций принадлежности при нечетком управлении.</li> <li>38. Основные преимущества нечеткого управления перед типовым САУ.</li> <li>39. Рекомендации по условиям применения нечеткого управления.</li> <li>40. Сколько существует критериев (целевых функций оптимизации управления)?</li> <li>41. Как формируется критерий максимального быстродействия и рекомендации по его использованию?</li> <li>42. Можно ли по ходу технологического оптимизируемого процесса менять целевую функцию?</li> <li>43. Почему при оптимизации инерционных процессов с запаздыванием необходимо использовать дискретные СЭР?</li> <li>44. Чем отличается система оптимального управления от системы экстремального регулирования?</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>– технологические условия оптимизации и автоматизацию процесса охлаждения горячелистового широкополосого проката перед смазкой в рулоны или порезкой на мерные длины;</p>	<p>45. Уметь качественно изобразить работу СЭР с запоминанием при подаче на вход величины оптимизируемого параметра произвольной формы.</p> <p>46. Почему и при соблюдении каких условий передаточную функцию звена запаздывания можно заменить инерционным звеном?</p> <p>47. Зачем следует учитывать зону нечувствительности поисковых режимов СЭР?</p> <p>48. Основные свойства детерминированных математических моделей технологического процесса.</p> <p>49. Отличительные свойства экспериментально-статистических моделей автоматического оптимального управления технологическими процессами.</p> <p>50. Основные положения эмпирических моделей оптимального автоматического управления технологическими процессами промышленного производства?</p> <p>51. Математические модели оптимального автоматического управления производством: основные принципы искусственных нейронных сетей.</p> <p>52. Математические модели автоматизированного оптимального управления технологическими процессами, основанные на принципах нечеткой логики и нечетких множеств.</p> <p>53. Динамические модели автоматизированного оптимального управления технологическими процессами промышленного производства.</p> <p>54. Основные задачи и цели использования АСУ ТП и АСУП в промышленном производстве?</p> <p>55. Принцип действия дробильных устройств валкового и щекового типов?</p> <p>56. Чем отличается открытый цикл дробления от замкнутого?</p> <p>57. Автоматическое управление дробильным устройством, работающим в открытом цикле.</p> <p>58. Особенности автоматизации и оптимизации управления процессом дробления в замкнутом цикле?</p> <p>59. Структура контура дозирования материалов.</p> <p>60. Типы дозаторов сыпучих шихтовых материалов</p> <p>61. Вибрационный питатель: принцип работы, достоинства и недостатки с точки</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>зрения автоматического управления.</p> <p>62. Вибрационные и тарельчатые питатели в схемах автоматического дозирования: достоинства и недостатки.</p> <p>63. Структурная схема контуров оптимизации управления централизованным управлением дозирования многокомпонентной шихты.</p> <p>64. Система контроля уровня материалов в рабочих и расходных бункерах дискретного и непрерывного действия.</p> <p>65. Принцип действия контура оптимизации управления увлажнением агломашины.</p> <p>66. Кондуктометрический метод измерения влажности материалов</p> <p>67. Радиоизотопный метод измерения влажности шихты (нейронный влагомер): принцип действия работы и условия применения.</p> <p>68. Способы измерения газопроницаемости агломерационной шихты и сыпучих материалов.</p> <p>69. Контур оптимального управления температурным режимом зажигательного горна.</p> <p>70. Способы автоматического оптимального управления скоростью агломерационной машины.</p> <p>71. Способ автоматического управления процессом окомковывания окатышей;</p> <p>72. Чем отличается каменный уголь от кокса?</p> <p>73. Как обеспечивается необходимый температурный режим при коксовании?</p> <p>74. Почему размер камеры коксования с коксовой стороны батареи больше?</p> <p>75. Зачем нужно управление процессом охлаждающей вазы при тушении кокса?</p> <p>76. В чем особенности технологического процесса выплавки чугуна?</p> <p>77. Специфические условия автоматизации и оптимизации процесса выплавки чугуна в доменных печах?</p> <p>78. Особенности автоматического оптимального управления давлением в доменной печи.</p> <p>79. В чем особенность автоматического управления температурой горячего</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>дутья?</p> <p>80. В чем особенность оптимизирующего автоматического управления влажностью горячего дутья в доменной печи?</p> <p>81. Почему избыток природного газа в горячем дутье нежелателен?</p> <p>82. Какие используются системы загрузки шихты в доменную печь под давлением более 3 атмосфер?</p> <p>83. Система управления подачей материалов в доменную печь (доставка на колошник печи)</p> <p>84. Контроль и автоматическое управления газодинамическим режимом доменной печи (распределение потока по сечению);</p> <p>85. Контроль и оптимальное автоматическое управление тепловым режимом воздухонагревателей доменной печи.</p> <p>86. Контроль и автоматическое управление доменной печи (сходом шихты).</p> <p>87. Методы контроля текущего температурного состояния доменного процесса;</p> <p>88. Методы контроля распределения температуры, содержания CO и CO<sub>2</sub> по сечению шихты?</p> <p>89. Теплоотводная способность доменного газа и его использование в производстве?</p> <p>90. Чем объясняется высокая производительность конвертерного производства стали?</p> <p>91. Технологические особенности автоматизации конвертерного производства стали?</p> <p>92. Система контроля скорости выгорания углерода в процесса конвертерной плавки.</p> <p>93. Система автоматического управления положением продувкой фурмы по ходу конвертерной плавки.</p> <p><b>Вопросы для подготовки к экзамену:</b></p> <p>1. Оптимизация режима измельчения рудных материалов с целью достижения</p>

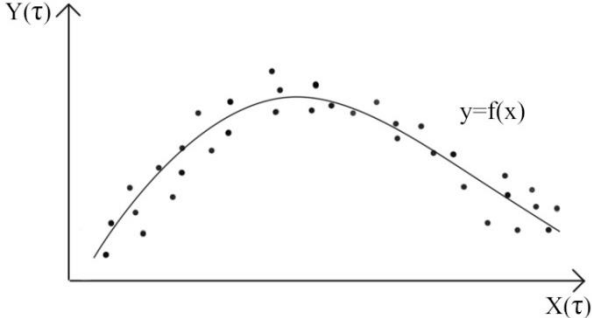
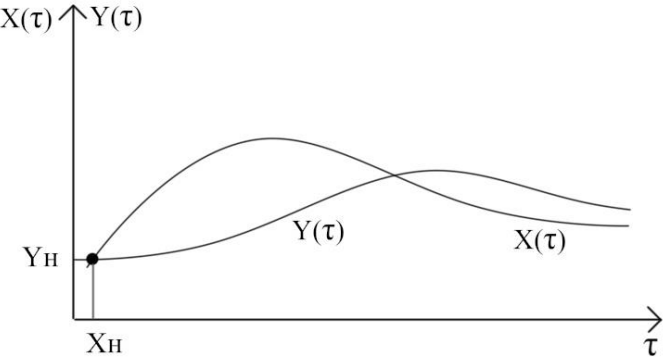
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>максимальной производительности барабанных мельниц. Структурная схема системы и математическая модель САОУ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Структурная схема и принцип работы система автоматической оптимизации управления технологическим агрегатом мелкого измельчения (шаровой мельницы) по скорости измельчения возврата с целью достижения максимальной производительности.</li> <li>3. Способы измерения влажности шихтовых материалов и структурная схема управления влажности с целью обеспечения максимально возможной производительности автоматизации.</li> <li>4. Методы измерения текущей активной длинны аглоленты и структурная схема оптимизации управления скоростью с целью поддержания активной длинны на фиксированной длине машины.</li> <li>5. Оптимизация режима увлажнения агломерационной шихты с целью достижения максимальной производительности агломашин. Структурная схема и математическая модель САОУ</li> <li>6. Оптимизация режима подачи кокса в агломерационную шихту с целью достижения максимальной скорости спекания. Структурная схема и математическая модель САОУ</li> <li>7. Оптимизация режима управления сжиганием топлива в рабочем пространстве зажигательного горна агломашин. Структурная схема и математическая модель функционирования САОУ</li> <li>8. Оптимизация управления процессом сжигания топлива в рабочем пространстве вращающейся печи для обжига известняка. Структурная схема и математическая модель работы САОУ</li> <li>9. Оптимизация управления процессом получения бензола путем максимального его извлечения из каменноугольной смолы в бензольном отделении КХП. Структурная схема, математическая модель функционирования САОУ</li> <li>10. Оптимизация управления процессом нагрева дутья в воздухонагревателях</li> </ol>

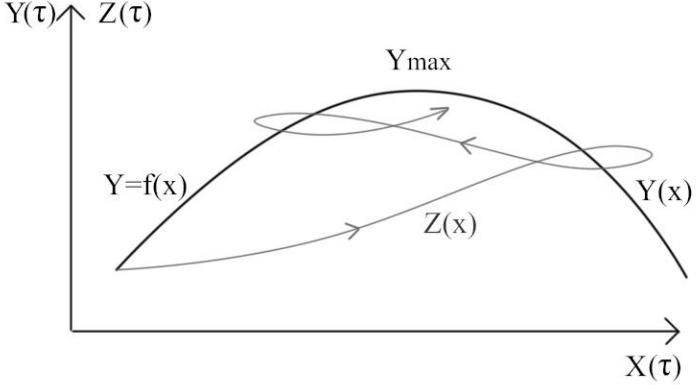
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>доменной печи с целью обеспечения максимальной степени аккумуляции тепла насадкой. Структурная схема и математическая модель САОУ</p> <p>11. Оптимизация управления подачей природного газа в доменную печь с целью минимизации удельного количества кокса на тонну выплавляемого чугуна. Структурная схема, математическая модель функционирования САОУ</p> <p>12. Оптимизация управления подачей природного газа и технологического кислорода на обогащение дутья с целью достижения максимальной часовой производительности доменной печи. Структурная схема и математическая модель процесса</p> <p>13. Оптимизация управления работой дымососа конвертера с целью снижения удельного расхода электрической энергии за счет использования гидравлической муфты в приводе. Структурная схема и математическая модель САУ</p> <p>14. Оптимизация управления электрическим режимом дуговой сталеплавильной печи с целью достижения максимальной производительности. Структурная схема и математическая модель САОУ</p> <p>15. Оптимизация управления электрическим режимом дуговой сталеплавильной печи с целью минимизации удельного количества электричества. Структурная схема и математическая модель функционирования САОУ</p> <p>16. Автоматическое управление электрическим режимом дуговой сталеплавильной печи с целью рационального поддержания температурного режима в технологический период плавки. Математическая модель управления температурным и электрическим режимами.</p> <p>17. Оптимизация управления электрическим режимом при доводке стали в агрегате ковш-печь с целью достижения максимальной производительности агрегата. Структурная схема и математическая модель функционирования САОУ</p> <p>18. Оптимизация управления процессом циркуляционного вакуумирования стали для обеспечения максимальной производительности установки путем</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>поддержания максимального расхода металла в циркулирующем контуре. Структурная схема, математическая модель работы САОУ</p> <p>19. Оптимизация управления процессом вакуумирования стали на установке циркуляционного типа путем поддержания максимального расхода экстрагируемых из металла газов для поддержания максимальной производительности агрегата. Структурная схема и математическая модель функционирования САОУ</p> <p>20. Оптимизация процесса вакуумирования стали в режиме «ВКР» вакуумно-кислородного вакуумирования путем поддержания максимального давления в рабочем пространстве вакуум камеры с целью максимальной производительности процесса. Структурная схема, математическая модель работы САОУ</p> <p>21. Оптимизация управления процессом вакуумирования стали в установке циркуляционного типа при использовании массы металла, остающейся в сталеразливочном ковше для достижения максимальной производительности процесса. Структурная схема и математическая модель функционирования САОУ</p> <p>22. Система автоматизированного управления процессом разлива, обеспечивающая минимизацию термических напряжений в заготовке для повышения качества за счет снижения сплошности структуры слитка.</p> <p>23. Особенности энергосберегающего экспериментально-оптимизирующего управления тепловым режимом нагрева в печах камерного типа.</p> <p>24. Оптимизация управления процессом сжигания топлива в рабочем пространстве нагревательной печи с целью достижения минимального значения удельного расхода топлива. Структурная схема, математическая модель функционирования САОУ</p> <p>25. Оптимизация управления газодинамическим режимом промышленной печи с целью уменьшения тепловых потерь в рабочем пространстве за счет подсосов холодного атмосферного воздуха и выбиваний горячих продуктов</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>сгорания. Структурная схема, математическая модель функционирования САОУ</p> <p>26. Оптимизация управления расходом топлива для нагрева металла перед прокаткой с целью достижения максимальной производительности нагревательной печи. Структурная схема, математическая модель функционирования АСУТП</p> <p>27. Системы экстремально- оптимизирующего управления тепловым режимом, процессом сжигания топлива и газодинамическими режимами при нагреве непрерывнолитых заготовок.</p> <p>28. Системы прогнозирования параметров процесса нагрева при реализации оптимизированного энергосберегающего автоматизированного управления в нестационарных условиях работы.</p> <p>29. Оптимизация управления подачей топлива в рабочее пространство промышленной печи с целью достижения минимального удельного расхода топлива на нагрев изделий. Структурная схема, математическая модель функционирования АСУТП</p> <p>30. Оптимизация управления охлаждением непрерывнолитой заготовки в зоне вторичного охлаждения путем минимизации термических трещин за счет рациональной подачи воды. Структурная схема, математическая модель АСУТП</p>
Уметь	– с использованием специализированного программного обеспечения (метода наименьших квадратов) рассчитывать теоретическую линию регрессии (статическую характеристику) по экспериментальным или расчетным данным для последующего использования при математическом	1. По экспериментальным данным, представленным после коррекции, получить уравнение статической характеристики автоматизированного процесса в координатах «управляющее воздействие»- «автоматизированный параметр» $y=f(x)$ ;

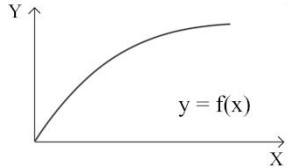
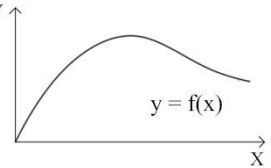
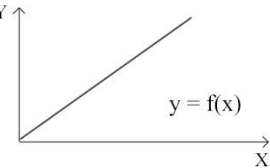
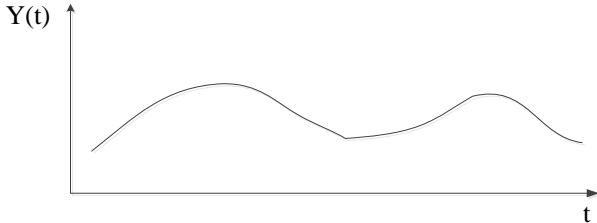


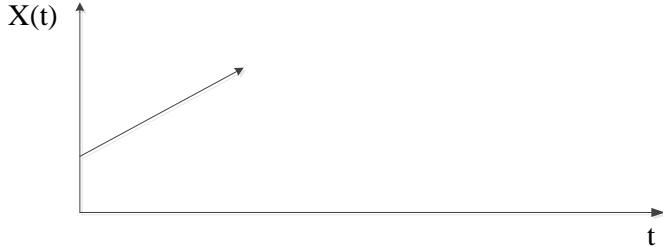
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>моделировании системы оптимального автоматического управления;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– с использованием программного обеспечения рассчитать траекторию поискового процесса и оптимизации инерционного с запаздыванием объекта управления во времени с использованием метода Эйлера;</li> <li>– с использованием специального программного обеспечения осуществить расчет переходных и поисковых режимов в системах автоматической стабилизации и экстремально-оптимизирующего управления технологическим процессом промышленного производства (на примерах металлургического);</li> <li>– синтезировать (разработать) структурные схемы система автоматической стабилизации и оптимизации технологических параметров с использованием типовых методов оптимизации управления инерционными процессами с запаздыванием;</li> <li>– разрабатывать и представлять графически структурные схемы</li> </ul>	<div style="text-align: center;">  <p>График зависимости <math>Y(\tau)</math> от <math>X(\tau)</math>. Показаны точки, соответствующие данным, и кривая <math>y=f(x)</math>, аппроксимирующая эти данные.</p> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Используя метод Эйлера, рассчитать траекторию изменения выходного параметра инерционного процесса как реакцию на случайный входной управляющий задающий сигнал <math>x(t)</math>.</li> </ol> <div style="text-align: center;">  <p>График зависимости <math>X(\tau)</math> и <math>Y(\tau)</math> от <math>\tau</math>. Показаны входной сигнал <math>X(\tau)</math> и выходной сигнал <math>Y(\tau)</math>. Начальные условия обозначены как <math>X_H</math> и <math>Y_H</math>.</p> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Рассчитать траекторию поискового процесса в системе экстремальной оптимизации управления по методу запоминания экстремума для инерционного процесса с постоянной времени <math>T_{06}=5c</math> при известной статической характеристике <math>y=f(x)</math></li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>автоматического и экстремально-оптимизирующего управления технологическим процессом в соответствии с использованием поисковым методом с пояснением функции каждого элемента системы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– правильно выбрать тип математической модели автоматизируемого процесса в соответствии с используемым техническими средствами контроля и управления и квалификации персонала;</li> <li>– синтезировать математические модели процесса оптимизации управления технологическими процессами и осуществлять по моделям расчет переходных и поисковых процессов в разработанных контурах автоматического оптимального управления в условиях использования современных микропроцессорных технологических средств;</li> </ul>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>4. Составить математическую модель по заданной структурной схеме САОУ</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<div data-bbox="1137 400 2011 1023" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="1021 1074 2089 1473" data-label="List-Group"> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Составить структурную схему контура экстремального управления инерционным процессом, статическая характеристика которого и постоянная времени известны. Выбрать метод поиска экстремума.</li> <li>6. Составить математическую модель контура экстремально-оптимизирующего энергообеспечивающего управления процессом сжигания топлива в рабочем пространстве нагревательной печи при использовании метода поиска по запоминанию экстремума.</li> <li>7. Составить математическую модель контура, стабилизирующего температурный параметр объекта: температуры стэнда процесса кристаллизационного отжига автомобильного листа в колпаковых печах с водородной защитой атмосферы.</li> </ol> </div>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<div data-bbox="1317 400 1848 790" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="1021 826 2092 1043">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 запоминанию скорости изменения оптимизируемого параметра.</p> <div data-bbox="1070 1050 1675 1300" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="1021 1350 2092 1449">9. Синтезировать математическую модель стабилизирующего контура управления температурой горячего дутья доменной печи при условиях использования типового ПИД-регулятора.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>10. Составить математическую модель экстремально-оптимизирующего управления увлажнением агломерационной шихты с целью обеспечения максимальной производительности аглопроцесса с использованием дискретного типа систем.</p> <p>11. Составить структурную схему двухконтурной системы автоматического управления и экстремально-оптимизирующего управления технологическим процессом промышленного производства.</p> <p>12. Определить наиболее эффективный способ автоматического управления технологическим процессом по известной статической характеристике для разных случаев:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;"> <p>a)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>б)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>в)</p>  </div> </div> <p>13. На вход сигнум-реле САОУ по запоминанию экстремума оптимизируемого параметра поступает сигнал:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Определить траекторию изменения управляющего воздействия <math>X(t)</math> при заданной зоне нечувствительности <math>\Delta Y_n</math> при заданном начальном направлении</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p><math>X(t)</math></p>  <p>14. Выбрать обоснованно наиболее пригодную математическую модель автоматического процесса из ниже предложенных:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Детерминированная модель</li> <li>2. Экспериментально-статистический тип</li> <li>3. Динамическая модель</li> </ol>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками проектирования систем оптимального автоматического управления технологическими и производственными процессами в промышленных областях (преимущественно металлургических областях);</li> <li>– навыками создания алгоритмического программного обеспечения работы оптимальных АСУ ТП и АСУП с использованием микропроцессорных контроллеров и промышленных ЭВМ;</li> <li>– методикой синтеза математической модели оптимизирующего</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b><i>Примерные темы курсовых проектов</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Автоматизация и оптимизация управления процессом измельчения материалов с целью достижения максимальной производительности барабанных мельниц, работающих в замкнутом цикле</li> <li>2. Автоматизация и оптимизация управления процессом спекания агломерата с целью достижения максимальной производительности процесса за счет рационального увлажнения агломерационной шихты</li> <li>3. Автоматизация и оптимизация управления процессом спекания шихты на агломерационных машинах, имеющих кольцевой охладитель с целью достижения максимальной производительности процесса за счет рационального управления расходом кокса в шихту</li> <li>4. Автоматизация и оптимизация управления процессом обжига известняка для получения извести во вращающихся печах с целью достижения минимального</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>автоматизированного управления приоритетного технологического параметра при осуществлении математического моделирования;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методикой определения рациональных и наилучших значений параметров динамической настройки регулирующих устройств по динамическим параметрам объекта управления поискового процесса;</li> <li>– навыками математического моделирования работы синтезированных в проектировании контуров управления с целью оперативного устранения ошибок в алгоритмическом обеспечении;</li> </ul>	<p>расхода топлива, за счет рационального управления процессом его сжигания в рабочем пространстве</p> <p>5. Автоматизация и оптимизация управления процессом коксования с целью достижения максимальной производительности процесса за счет рационального управления процессом реверсирования продуктов сгорания, с учетом температуры в отходящем борове из каждого простенка</p> <p>6. Автоматизация и оптимизация управления процессом выделения предельных углеводородов из прямого коксового газа с целью выделения максимального количества бензола за счет рационального управления температурным режимом процесса выделения бензола</p> <p>7. Автоматизация и оптимизация управления процессом сжигания топлива в воздухонагревателе доменной печи с целью обеспечения максимальной степени аккумуляции тепла насадкой за счет рационального управления расходом воздуха в режиме нагрева</p> <p>8. Автоматизация и оптимизация управления процессом нагрева дутья в воздухонагревателях регенеративного типа с целью достижения максимальной аккумуляции тепла насадкой за счет рациональной продолжительности нагрева</p> <p>9. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки чугуна в доменной печи при рациональном управлении подачей природного газа с целью минимизации удельного количества кокса на тонну чугуна</p> <p>10. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки чугуна в доменной печи при рациональном управлении соотношением удельных количеств природного газа к удельному количеству кислорода с целью достижения максимальной производительности печи</p> <p>11. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки стали в кислородном конвертере с верхней продувкой при рациональном управлении энергопотреблением движения дымососа с целью снижения удельного расхода электроэнергии, за счет использования гидравлической муфты</p> <p>12. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки стали в</p>

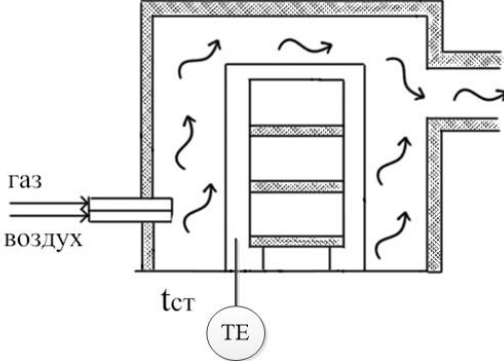
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>кислородном конвертере с верхней продувкой при рациональном управлении интенсивностью продувки с целью предотвращения выбросов металло-шлаковой эмульсии и повышения производительности процесса</p> <p>13. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи переменного тока при рациональном управлении электрическим режимом с целью достижения максимальной производительности процесса</p> <p>14. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки стали в ДСП при рациональном управлении электрическим режимом с целью минимизации удельного количества электроэнергии на тонну стали</p> <p>15. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки стали в ДСП при рациональном управлении температурным режимом в технологическом периоде плавки за счет использования непрерывного замера температуры жидкой стали</p> <p>16. Автоматизация и оптимизация управления процессом доводки стали в агрегате ковш-печь при рациональном управлении электрическим режимом с целью достижения максимальной производительности процесса</p> <p>17. Автоматизация и оптимизация управления температурным режимом при доводке стали в АКП при рациональном управлении электрическим режимом с использованием непрерывного способа измерения температуры металла для повышения производительности процесса</p> <p>18. Автоматизация и оптимизация управления процессом циркуляционного вакуумирования стали при рациональном управлении расходом аргона для повышения максимальной массы металла в циркуляционном контуре с целью обеспечения максимальной производительности процесса</p> <p>19. Автоматизация и оптимизация управления процессом вакуумирования стали на установке циркуляционного типа путем рационального управления расходом аргона с целью достижения максимального расхода экстрагированных из металла газов для достижения максимальной производительности процесса</p> <p>20. Автоматизация и оптимизация управления процессом вакуумирования стали на</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>установке циркуляционного типа в режиме «ВКР» при рациональном управлении расходом аргона для обеспечения максимального давления в рабочем пространстве вакуум камеры при максимальной производительности процесса</p> <p>21. Автоматизация и оптимизация управления процессом циркуляционного вакуумирования стали при рациональном управлении расходом транспортирующего газа (аргона) для поддержания минимальной массы металла в сталеразливочном ковше и максимальной производительности процесса</p> <p>22. Автоматизация и оптимизация управления процессом нагрева металла при рациональном управлении расходом воздуха для достижения максимальной температуры рабочего пространства и минимизации затрат топлива на нагрев</p> <p>23. Автоматизация и оптимизация управления процессом нагрева металла при рациональном управлении газодинамическим режимом рабочего пространства с целью минимизации тепловых потерь с подсосами холодного атмосферного воздуха и выбиваний горячих продуктов сгорания</p> <p>24. Автоматизация и оптимизация управления процессом разлива стали на МНЛЗ при рациональном управлении подачей воды в секции зоны вторичного охлаждения с целью минимизации температурных напряжений в отливаемой заготовке</p> <p>25. Автоматизация и оптимизация управления процессом нагрева металла в печах проходного типа при рациональном управлении распределением подачи максимальной производительности процесса</p> <p>26. Автоматизация и оптимизация управления процессом нагрева металла в печах проходного типа при рациональном управлении распределением топлива по длине печи с целью минимизации удельного количества топлива на нагрев тонны металла</p> <p>27. Автоматизация и оптимизация управления охлаждением металла в ЗВО с целью достижения равномерного охлаждения заготовки в МНЛЗ.</p> <p>28. Автоматическая система прогнозирования и коррекции общего нагрева каждой подаваемой заготовки для расчета оптимальной температурной траектории в нагревательных печах стана 2500 ПАО «ММК».</p> <p>29. Автоматическая система прогнозирования и коррекции общего нагрева каждой</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>подаваемой заготовки для расчета траектории гарантированного нагрева этой заготовки в методических печах стана 2000 ПАО «ММК».</p> <p>30. Автоматическая система оптимизации регулирования температуры отжигаемого металла с учетом динамики колпаковой и стендовой термопар в печах колпакового типа листопрокатного цеха ЛПЦ-5 ОАО «ММК».</p> <p>31. Автоматизированная система оптимального управления включением горелок с целью получения стабилизации температуры полосы на выходе из участка нагрева и обеспечения сохранности радиационных труб в зонах нагрева башенной печи АНГЦ цеха покрытий ПАО «ММК».</p> <p>32. Автоматизированная система оптимальной коррекции теплового режима парогенератора при изменении количества вырабатываемой электроэнергии.</p> <p>33. Автоматизация и оптимизация управления тепловым режимом распылительного сушила с целью приготовления заданного количества гранулированных шлакообразующих смесей.</p> <p>34. Автоматизация и оптимизация теплового режима печей для сушки и отжига изделий огнеупорного производства ПАО «ММК» с целью достижения требуемого качества огнеупорных изделий.</p> <p style="text-align: center;"><b>Общая цель задания и содержание курсового проекта:</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 оптимизирующего управления технологических процессов.</li> <li>2. Обзор исходной информации, статистических данных, расчет статической характеристики процесса, по экспериментальным или расчетным данным составление функционально структурной системы автоматического управления технологическим процессом.</li> <li>3. Синтезирование математической модели оптимального управления</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>технологическим процессом, выбор технических средств контроля и управления и конфигурирование приоритетного контура оптимизации управления и контроля.</p> <p>4. Расчет переходного процесса в выбранном приоритетном контуре оптимизации управления с учетом контрольного расчета по синтезированной рабочей программе.</p> <p>5. Оптимизация параметров динамической настройки управляющего блока системы по результатам исследования переходных процессов, определение показателей качества с целью выбора наилучших. Исследование поведения системы управления в условиях смещения статической характеристики оптимизируемого автоматизируемого процесса.</p>
<p>способностью разрабатывать проектную документацию в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями (ПК-7)</p>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– существующие текущие технические решения по вопросу автоматического оптимизирующего управления конкретным процессом;</li> <li>– технические возможности и характеристики предлагаемых средств контроля и оптимального управления;</li> <li>– условные обозначения всех используемых технологических параметров и технических средств при графическом представлении контуров и систем автоматического оптимизирующего управления;</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Условные современные 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 автоматического оптимизирующего 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 САОУ в системе АСУ ТП.</li> <li>5. Принципы представления принципиальных схем сигнализации контуров оптимальных систем управления.</li> </ol>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– разрабатывать структурные, функциональные и принципиальные</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составить структурную, функциональную и принципиальную электрическую схему контура, стабилизирующего и оптимизирующего температурный</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>схемы систем автоматического управления технологическими процессами;</p>	<p>параметр объекта: температуры стенда процесса кристаллизационного отжига автомобильного листа в колпаковых печах с водородной защитой атмосферы.</p>  <p>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 запоминанию скорости изменения оптимизируемого параметра.</p> 

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	– навыками проектирования и разработки структурных, функциональных и принципиальных схем оптимального автоматического управления.	Выполнить графическую часть курсового проекта: разработать структурную схему контура регулирования, функциональную схему оптимизации и автоматизации и принципиальную электрическую схему двухконтурной системы управления тепловым режимом рабочего пространства промышленных печей.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Оптимизация управления технологическими процессами металлургического производства» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена (8 семестр), зачета (7 семестр) и в форме выполнения и защиты курсового проекта.

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.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку **«зачтено»** – обучающийся демонстрирует достаточный уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое знание учебного материала, достаточно свободно выполняет практические задания, оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях решения типовых задач.

– на оценку **«не зачтено»** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, 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 «Оптимизация управления технологическими процессами металлургического производства». 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*  
*"Оптимизация управления технологическими процессами металлургического*  
*производства "*

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Курсовой проект по учебной по дисциплине «Оптимизация управления технологическими процессами металлургического производства» является завершающим этапом учебной подготовки перед выполнением выпускной квалификационной работы бакалавра.

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

Принципиально в курсовом проекте должны быть выделены общая и специальная части.

При выполнении общей части автор проекта должен квалифицированно отметить и отразить характерные особенности автоматизируемого оптимизируемого технологического процесса и дать полную характеристику всех современных технических средств, используемых при разработке (проектировании) принципиальной функциональной схемы контроля и регулирования всеми параметрами технологического процесса.

В специальной части курсового проекта автор должен реально продемонстрировать своё творческое умение по совершенствованию и теоретическому обоснованию достоверности и реализуемости им представленного технического решения конкретной проблемы, направленной на повышение эффективности функционирования системы автоматического управления отдельным проблемным параметром технологического процесса.

## 2. СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект по дисциплине «Оптимизация управления технологическими процессами металлургического производства» состоит из двух основных частей: общей части и специальной части. Кроме того, пояснительная записка также должна содержать задание на выполнение курсового проекта, содержание, реферат, введение, заключение и приложения.

Темы общей и специальной частей определяются студентом самостоятельно по согласованию с преподавателем. 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.

Пояснительная записка курсового проекта должна включать в себя следующие обязательные разделы.

**1. Задание на курсовой проект.** В задании указывается тема общей и специальных частей курсового проекта, а также ссылка на исходные материалы, данные из которых используются при выполнении курсового проекта. В качестве таких материалов могут быть использованы технологические инструкции, результаты промышленной или опытно-промышленной эксплуатации технологического оборудования, рабочие чертежи и схемы автоматизации и т.д. Также могут быть показаны графики статических и динамических характеристик процесса выданных преподавателем. Объем раздела 1-2 стр.

**2. Реферат.** В реферате указывается: 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; текст реферата, который должен содержать объект исследования или разработки; цель работы; результаты работы; основные технико-эксплуатационные характеристики; область применения; экономическую эффективность или значимость работы. Объем реферата 1-2 стр.

Реферат входит в состав пояснительной записки и кроме того должен быть представлен в виде отдельного текстового файла на диске с именем файла: «Фамилия Имя Отчество.txt».

**3. Содержание.** Содержание включает 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.** Введение должно содержать оценку современного состояния решаемой задачи, а также актуальность и новизну темы курсового проекта. Объем введения не более 1 стр.

**5. Общая часть.** Основная задача общей части провести обоснованную разработку схемы автоматизации и оптимизации заданного технологического агрегата с учетом особенностей технологического процесса. Общая часть должна обязательно включать в себя следующие разделы:

*5.1. Описание технологического процесса.* В этом разделе подробно описывается используемая технология получения готового продукта с указанием численных значений основных конструкционных, технологических и экономических параметров агрегата. Объем раздела 4-6 стр.

*5.2. Особенности и задачи автоматического оптимального управления выбранным технологическим процессом.* В этом разделе определяются основные параметры технологического процесса, подлежащие автоматическому оптимальному регулированию, и описываются основные контура управления. Производится составление основных структурных схем автоматического оптимального управления или схем комплексов технических средств используемых для автоматизации и оптимизации агрегата. Все структурные схемы этого раздела приводятся в тексте пояснительной записки. Если приведенная схема является важной для пояснения работы системы управления при защите курсового проекта, то она может быть вынесена на демонстрационный лист формата А1. Объем раздела 4-6 стр.

*5.3. Автоматический контроль и управление параметрами заданного технологического процесса.* В этом разделе студент на основе описания технологического процесса и основных контуров управления разрабатывает и описывает функциональную схему автоматизации и оптимизации. При описании схемы автоматизации и оптимизации особое внимание следует уделить методам и техническим средствам контроля параметров процесса используемым в курсовом проекте. Предпочтения при выборе технических средств и методов контроля следует отдавать современным методам и средствам, которые либо уже широко используются в мировой практике автоматизации данного технологического параметра или являются перспективными в использовании.

В курсовом проекте недопустимо использовать устаревшие и снятые с производства технические средства или использование которых в данном технологическом агрегате небезопасно с точки зрения жизни и здоровья технологического персонала. Объем раздела 5-10 стр.

Разработанная схема автоматизации и оптимизации обязательно выносится на демонстрационный лист формата А1 в соответствии с действующими стандартами. Кроме того, данная схема должна быть продублирована: вынесена в приложение и представлена в электронном виде. В приложении допускается разбиение всей схемы на несколько отдельных листов формата А4 или А3.

Объем общей части курсового проекта 10 - 25 стр.

**6. Специальная часть.** В специальной части курсового проекта разрабатывается и исследуется работа заданного темой одного контура автоматической оптимизации управления. Структура специальной части курсового проекта включает в себя следующие обязательные разделы.

*6.1. Обзор существующих схем автоматического оптимального управления заданным параметром технологического процесса.* В этом разделе, используя литературные источники [1-20], студент самостоятельно принимает решение о выборе наиболее

эффективного метода автоматического оптимального управления заданным технологическим параметром.

Выбор того или иного метода должен быть подтвержден реальными результатами его работоспособности или опытом внедрения на промышленных предприятиях. Также допускается теоретическое обоснование использования метода с приведением необходимых математических расчетов. Объем раздела 3-7 стр.

*6.2. Разработка структурной схемы контура автоматической оптимизации управления.* В этом разделе студент разрабатывает и описывает структурную схему контура автоматической оптимизации управления с учетом выбранного метода управления и особенностей технологического процесса.

Структурная схема контура разрабатывается и описывается в терминах и понятиях принятых в теории автоматического управления. Для каждого элемента структурной схемы приводится передаточная функция или другая функциональная связь, позволяющая связать вход и выход звена. Типовые структурные схемы для различных контуров управления технологическими процессами и их описание приведены в источниках [1-20].

Разработанная структурная схема приводится в тексте пояснительной записки. В случае необходимости структурная схема может быть вынесена на демонстрационный лист формата А1 с соблюдением требований к оформлению графического материала. Объем раздела 3-5 стр.

*6.3. Математическая модель контура управления.* В этом разделе студент на основе экспериментальных данных и литературного обзора разрабатывает математическую модель синтезированного контура автоматической оптимизации управления.

Математическая модель включает в себя получение коэффициентов линии регрессии статической характеристики (аппроксимацию статической характеристики по экспериментальным данным), нахождение динамических свойств объекта управления (постоянных времени и запаздывания), решение уравнений состояния объекта (уравнение теплопроводности, потока, массотеплообмена и т.д).

Кроме того, в этом разделе приводятся уравнения для численного расчета выходных сигналов динамических звеньев, входящих в структурную схему (интеграторы, регуляторы и т.д.) и алгоритм расчета всех величин структурной схемы.

Алгоритм расчета представляется в виде блок – схемы алгоритма с учетом всех требований предъявляемых к оформлению блок – схем. По разработанному алгоритму разрабатывается программа для расчета переходных процессов в системе автоматической оптимизации управления. Текст программы (или программного модуля) расчета выносится в приложение.

Для проверки работоспособности программы расчета производится ручной расчет для 7-10 итераций. Объем раздела 9-12 стр.

*6.4. Исследование переходных процессов в контуре автоматической оптимизации управления.* В этом разделе с помощью численного эксперимента исследуется влияние параметров динамической настройки системы автоматической оптимизации управления на показатели качества переходных процессов. По результатам исследований строятся зависимости показателей качества процесса управления от динамических настроек

системы и определяются оптимальные параметры настройки. Результаты исследований выносятся на демонстрационный лист формата А1. Объем раздела 15 – 18 стр. Если результаты исследования содержат большое количество промежуточных расчетных графиков переходных процессов и общий объем раздела превышает рекомендованный, то допускается вынесение промежуточных результатов расчета в отдельное приложение.

*6.5. Разработка электрической схемы контура управления.* В этом разделе для выбранного контура управления требуется разработать электрическую принципиальную схему и вынести её на демонстрационный лист формата А1. Кроме того, электрическую схему также следует поместить в приложение. В приложении допускается разбить электрическую схему на несколько листов формата А4 или А5. В пояснительной записке указать основные характеристики используемых технических средств. Объем раздела 2-3 стр.

Общий объем специальной части 31-45 стр.

**7. Заключение.** В заключении следует привести результаты расчета и сделать общий вывод о работе системы автоматической оптимизации управления в целом и целесообразности её внедрения на данном технологическом агрегате. Кратким расчетом определить экономическую эффективность работы данной системы. Объем заключения 2-4 стр.

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

**9. Приложения.** В приложение следует вынести схему автоматизации и оптимизации, 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 автоматической оптимизации управления.

Общий объем пояснительной записки (без учета приложений) составляет 30-40 стр.

### **3. СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовой проект должен содержать:

1) Пояснительную записку.

2) Демонстрационный графический материал, который должен быть выполнен на листах формата А1 в соответствии с требованиями существующих стандартов. К защите курсового проекта обязательно представление следующих демонстрационных листов:

- функциональной схемы автоматизации;
- графиков расчетных переходных процессов при оптимальной настройке системы автоматического управления;

- принципиальной электрической схемы контура автоматической оптимизации управления.

Дополнительно могут быть представлены следующие демонстрационные листы:

- структурная схема комплекса технических средств системы управления технологическим агрегатом.

- структурная схема контура управления технологическим параметром процесса.

- математическая модель технологического процесса.

- блок – схема алгоритма расчета переходного процесса в системе автоматического управления.

3) Электронный носитель (диск, дискета), на котором должны быть собраны все материалы курсового проекта: реферат, пояснительная записка, демонстрационные чертежи, программа расчета переходных процессов. Диск должен быть подписан.

#### **4. ПОРЯДОК И СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Выполнение курсового проекта производится в три этапа.

##### **Этап 1. Получение темы курсового проекта.**

На этом этапе студент с учетом имеющихся материалов (собранных в течении производственной практике) самостоятельно определяется с темой курсового проекта и согласует его с преподавателем. Следует учитывать, что выбранная тема в дальнейшем может быть использована для более глубокой проработки и в дипломном проекте. Список возможных тем курсового проекта для различных переделов металлургического производства приведен в следующем разделе методического указания.

##### **Этап 2. Выполнение курсового проекта.**

Выполнение курсового проекта производится студентом по разделам, определенных преподавателем. Обычно разделы выполнения курсового проекта определяются (и совпадают) с разделами общей и специальной части.

На консультациях по курсовому проектированию студент в форме краткого доклада представляет результаты работы по текущему разделу и исправляет допущенные ошибки.

Для студентов дневной формы обучения на выполнение и оформление всего курсового проекта отводится 12 недель, после чего проект сдается на проверку преподавателю, который после проверки назначает срок защиты (обычно в течении 3-5 дней после этого). Курсовой проект должен быть защищен до начала сессии.

Для студентов заочной формы обучения на выполнение и оформление всего курсового проекта отводится 16 недель. Курсовой проект сдается на проверку преподавателю в первых числах сессии. После проверки (через 1-2 дня) назначается срок защиты курсового проекта. Курсовой проект должен быть защищен до окончания сессии.

### Этап 3. Защита курсового проекта.

Защита курсового проекта происходит публично. В течении 10-12 мин студент должен назвать тему проекта, кратко изложить цель работы, её актуальность, порядок выполнения и её результаты. В случае необходимости студент должен быть готов продемонстрировать работу системы на модели или ход выполнения расчета по программе.

Сроки выполнения этапов проекта для студентов различных форм обучения указаны в табл.1.

Таблица 1

Сроки выполнения этапов проекта для студентов различных форм обучения

Этап выполнения	27.03.04	27.03.04
	очное обучение	заочное обучение
1. Получение темы курсового проекта	февраль, 8 семестр	январь, 5 курс
2. Выполнение и оформление курсового проекта	февраль – май, 8 семестр	январь-апрель, 5 курс
3. Защита курсового проекта	май, 8 семестр	январь, 11 семестр апрель, 5 курс

### 5. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ТЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. Автоматизация и оптимизация управления процессом измельчения материалов с целью достижения максимальной производительности барабанных мельниц, работающих в замкнутом цикле
2. Автоматизация и оптимизация управления процессом спекания агломерата с целью достижения максимальной производительности процесса за счет рационального увлажнения агломерационной шихты
3. Автоматизация и оптимизация управления процессом спекания шихты на агломерационных машинах, имеющих кольцевой охладитель с целью достижения максимальной производительности процесса за счет рационального управления расходом кокса в шихту
4. Автоматизация и оптимизация управления процессом обжига известняка для получения извести во вращающихся печах с целью достижения минимального расхода топлива, за счет рационального управления процессом его сжигания в рабочем пространстве
5. Автоматизация и оптимизация управления процессом коксования с целью достижения максимальной производительности процесса за счет рационального управления процессом реверсирования продуктов сгорания, с учетом температуры в отходящем борове из каждого простенка
6. Автоматизация и оптимизация управления процессом выделения предельных

углеводородов из прямого коксового газа с целью выделения максимального количества бензола за счет рационального управления температурным режимом процесса выделения бензола

7. Автоматизация и оптимизация управления процессом сжигания топлива в воздухонагревателе доменной печи с целью обеспечения максимальной степени аккумуляции тепла насадкой за счет рационального управления расходом воздуха в режиме нагрева

8. Автоматизация и оптимизация управления процессом нагрева дутья в воздухонагревателях регенеративного типа с целью достижения максимальной аккумуляции тепла насадкой за счет рациональной продолжительности нагрева

9. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки чугуна в доменной печи при рациональном управлении подачей природного газа с целью минимизации удельного количества кокса на тонну чугуна

10. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки чугуна в доменной печи при рациональном управлении соотношением удельных количеств природного газа к удельному количеству кислорода с целью достижения максимальной производительности печи

11. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки стали в кислородном конвертере с верхней продувкой при рациональном управлении энергопотреблением движения дымососа с целью снижения удельного расхода электроэнергии, за счет использования гидравлической муфты

12. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки стали в кислородном конвертере с верхней продувкой при рациональном управлении интенсивностью продувки с целью предотвращения выбросов металло-шлаковой эмульсии и повышения производительности процесса

13. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи переменного тока при рациональном управлении электрическим режимом с целью достижения максимальной производительности процесса

14. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки стали в ДСП при рациональном управлении электрическим режимом с целью минимизации удельного количества электроэнергии на тонну стали

15. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки стали в ДСП при рациональном управлении температурным режимом в технологическом периоде плавки за счет использования непрерывного замера температуры жидкой стали

16. Автоматизация и оптимизация управления процессом доводки стали в агрегате ковш-печь при рациональном управлении электрическим режимом с целью достижения максимальной производительности процесса

17. Автоматизация и оптимизация управления температурным режимом при доводке стали в АКП при рациональном управлении электрическим режимом с использованием непрерывного способа измерения температуры металла для повышения производительности процесса

18. Автоматизация и оптимизация управления процессом циркуляционного вакуумирования стали при рациональном управлении расходом аргона для повышения максимальной массы металла в циркуляционном контуре с целью обеспечения максимальной производительности процесса

19. Автоматизация и оптимизация управления процессом вакуумирования стали на установке циркуляционного типа путем рационального управления расходом аргона с целью достижения максимального расхода экстрагированных из металла газов для достижения максимальной производительности процесса

20. Автоматизация и оптимизация управления процессом вакуумирования стали на установке циркуляционного типа в режиме «ВКР» при рациональном управлении расходом аргона для обеспечения максимального давления в рабочем пространстве вакуум

камеры при максимальной производительности процесса

21. Автоматизация и оптимизация управления процессом циркуляционного вакуумирования стали при рациональном управлении расходом транспортирующего газа (аргона) для поддержания минимальной массы металла в сталеразливочном ковше и максимальной производительности процесса
22. Автоматизация и оптимизация управления процессом нагрева металла при рациональном управлении расходом воздуха для достижения максимальной температуры рабочего пространства и минимизации затрат топлива на нагрев
23. Автоматизация и оптимизация управления процессом нагрева металла при рациональном управлении газодинамическим режимом рабочего пространства с целью минимизации тепловых потерь с подсосами холодного атмосферного воздуха и выбиваний горячих продуктов сгорания
24. Автоматизация и оптимизация управления процессом разливки стали на МНЛЗ при рациональном управлении подачей воды в секции зоны вторичного охлаждения с целью минимизации температурных напряжений в отливаемой заготовке
25. Автоматизация и оптимизация управления процессом нагрева металла в печах проходного типа при рациональном управлении распределением подачи максимальной производительности процесса
26. Автоматизация и оптимизация управления процессом нагрева металла в печах проходного типа при рациональном управлении распределением топлива по длине печи с целью минимизации удельного количества топлива на нагрев тонны металла
27. Автоматизация и оптимизация управления охлаждением металла в ЗВО с целью достижения равномерного охлаждения заготовки в МНЛЗ.
28. Автоматическая система прогнозирования и коррекции общего нагрева каждой подаваемой заготовки для расчета оптимальной температурной траектории в нагревательных печах стана 2500 ПАО «ММК».
29. Автоматическая система прогнозирования и коррекции общего нагрева каждой подаваемой заготовки для расчета траектории гарантированного нагрева этой заготовки в методических печах стана 2000 ПАО «ММК».
30. Автоматическая система оптимизации регулирования температуры отжигаемого металла с учетом динамики колпаковой и стендовой термопар в печах колпакового типа листопрокатного цеха ЛПЦ-5 ОАО «ММК».
31. Автоматизированная система оптимального управления включением горелок с целью получения стабилизации температуры полосы на выходе из участка нагрева и обеспечения сохранности радиационных труб в зонах нагрева башенной печи АНГЦ цеха покрытий ПАО «ММК».
32. Автоматизированная система оптимальной коррекции теплового режима парогенератора при изменении количества вырабатываемой электроэнергии.
33. Автоматизация и оптимизация управления тепловым режимом распылительного сушила с целью приготовления заданного количества гранулированных шлакообразующих смесей.
34. Автоматизация и оптимизация теплового режима печей для сушки и отжига изделий огнеупорного производства ПАО «ММК» с целью достижения требуемого качества огнеупорных изделий.