



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЭиАС

В.Р. Храмшин

04.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Направление подготовки (специальность)

22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы

Metallurgy of black metals

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения

очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированных систем управления
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

29.01.2025, протокол № 6

Зав. кафедрой



С.М. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

04.02.2025 г. протокол № 3

Председатель



В.Р. Храмшин

Согласовано:

Зав. кафедрой Metallurgy and chemical technologies



А.С. Харченко

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры АСУ,



Е.Ю. Мухина

Рецензент:

Технический директор ЗАО «КонсОМ СКС»



Е.Ю. Васильев

Лист актуализации рабочей программы

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

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

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

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

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

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

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

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Автоматизация металлургических процессов» являются: изучение принципов построения и эксплуатации информационных систем в технологических процессах в металлургии; основ теории автоматического управления металлургическими процессами; принципов хранения и обработки, анализа и синтеза производственно-технической информации.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Автоматизация металлургических процессов входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Электрооборудование металлургических цехов

Физика

Введение в направление

Метрология, стандартизация и сертификация

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

Методы контроля доменного процесса

Производственная - технологическая (проектно-технологическая) практика

Эксплуатация доменных печей

Методы оптимизации в металлургии

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная - преддипломная практика

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

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-4	Способен выполнять задачи по оценке сырья и металлургической продукции, корректировать и контролировать производственный процесс
ПК-4.1	Оценивает сырье и металлургическую продукцию, корректирует и контролирует производственный процесс с обоснованием принятых технологических и технических мер

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 37 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 71 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Основы техники измерения и управления технологическими процессами								
1.1 Технические измерения и приборы	5	2	2		2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	ПК-4.1
1.2 Техника чтения схем автоматизации		2	2		2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос Контрольная работа	ПК-4.1
1.3 Методы и средства измерения параметров технологического процесса.		2	10		6	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к выполнению лабораторных работ	Тестирование Лабораторные работы	ПК-4.1
Итого по разделу		6	14		10			
2. Автоматизация доменного производства								
2.1 Автоматизация доменного производства	5	2			2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Тестирование	ПК-4.1
2.2 Автоматизация процессов производства агломерата		2			6	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к выполнению лабораторных работ	Устный опрос Лабораторные работы	ПК-4.1

2.3 Свойства систем автоматического регулирования.	5	2	4		6	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к выполнению лабораторных работ	Лабораторные работы Проверка инд. заданий	ПК-4.1
Итого по разделу		6	4		14			
3. Автоматизация производства стали								
3.1 Автоматизация сталеплавильного производства	5	2			3,3	Самостоятельное изучение учебной литературы	Тестирование	ПК-4.1
3.2 Автоматизация МНЛЗ		4			8,15	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос Проверка инд. заданий	ПК-4.1
Итого по разделу		6			47			
Итого за семестр		18	18		35,45		зачёт	
Итого по дисциплине		18	18		71		зачет	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Автоматизация металлургических процессов» 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 работы; практические занятия.

Технологии проблемного обучения – проблемные лекции является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения; лабораторные работы с использованием проблемного обучение, которое заключается в стимулировании студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

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

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке в процессе выполнения контрольных работ и индивидуальных заданий, а также в процессе подготовки к устному опросу, тестированию и итоговой аттестации.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

- использование электронного демонстрационного материала по современной измерительной технике;
- использование электронных учебников по отдельным темам занятий;
- активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос, контрольная работа, тестовый опрос, индивидуальная «защита» лабораторных работ и т.д.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Современные системы автоматизации и управления : учебное пособие / С. М. Андреев, Е. С. Рябчикова, Е. Ю. Мухина, Т. Г. Сухонослова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3605>. - Текст : электронный. (дата обращения: 31.03.2025).
2. Иванов, А. А. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / А.А. Иванов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 224 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-535-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=362810> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Бондарева, А. Р. Информационные технологии в металлургии: учебное пособие / А. Р. Бондарева, В. В. Гребенникова, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск, 2014. - 191 с. : ил., схемы, табл. - ISBN 978-5-9967-0438-5. – Текст: непосредственный (9 экз.)
2. Мухина, Е. Ю. Проектирование автоматизированных систем: конспект лекций : учебное пособие / Е. Ю. Мухина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/167>. - Текст : электронный. (дата обращения: 31.03.2025).
3. Шишов, О. В. Технические средства автоматизации и управления : учебное пособие / О.В. Шишов. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 396 с. + Доп. материалы - Текст : электронный. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015283-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=359601> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: по подписке.
4. Андреев, С. М. Принципы построения и организации комплексов технических средств в системах автоматического управления. Курс лекций : учебное пособие / С. М. Андреев. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20336>. - Текст : электронный. (дата обращения: 31.03.2025).
5. 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. Сухонослова, А. Р. Бондарева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 264 с. : ил., табл. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1724>. - Текст : непосредственный.
6. Парсункин, Б. Н. Автоматизация технологических процессов и производств в металлургии : учебное пособие / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев, Е. С. Рябчикова ; под ред. Б. Н. Парсункина ; МГТУ, [каф. ПКисУ]. - Магнитогорск, 2011. - 151 с. : ил., табл. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3370>. - Текст : непосредственный.
7. Парсункин, Б. Н. Автоматизация и оптимизация управления тепловым режимом работы блока воздухонагревателей доменной печи : учебное пособие / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев, М. Ю. Рябчиков ; МГТУ, [каф. ПКисУ]. - Магнитогорск, 2009. - 148 с. : ил., граф., схемы, табл. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1479>. - Текст : непосредственный.
8. Парсункин, Б. Н. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки чугуна в доменных печах : учебное пособие / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев, Т. Г. Сухонослова ; Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев, Т. Г. Сухонослова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 215 с. : ил., табл., схемы, граф., диагр., номогр., эскизы. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2196>. - ISBN 978-5-9967-1208-3. - Текст : непосредственный.

в) Методические указания:

1. Мухина, Е. Ю. Системы управления технологическими процессами и информационные технологии : учебное пособие / Е. Ю. Мухина, А. Р. Бондарева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/169>. - Текст : электронный. (дата обращения: 04.04.2024)
2. Мухина, Е. Ю. Автоматизация технологических процессов : практикум / Е. Ю. Мухина, А. Р. Бондарева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 110 с. : ил., табл., схемы. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2057>. - Текст : непосредственный.
3. Задания для расчетной части лабораторного практикума по дисциплине «Автоматизация металлургических процессов». Приложение 3.
4. Требования к оформлению отчета. Приложение 4.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	https://dlib.eastview.com/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	URL: https://elibrary.ru/project_risc .
Российская Государственная библиотека. Каталоги	URL: http://www1.fips.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	http://ecsocman.hse.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации (ауд.448,437).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (ауд.448).

Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций: доска, мультимедийный проектор, экран (ауд.448,437).

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: стеллажи для хранения учебно-методической документации (ауд.447а).

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: компьютерный класс: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (ауд.448).

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория метрологии и технологических измерений: лабораторные установки для выполнения лабораторных работ (ауд.452):

- лабораторный стенд «Измерение расхода газа»;
- лабораторный стенд «Поверка термопар»;
- лабораторный стенд «Поверка прибора Диск-250, логометра Ш-4540/1 и прибора А-566»;
- лабораторный стенд «Испытание и поверка КСП-3, вольтметра Ш-4540, прибора Диск-250»;
- лабораторный стенд «Измерение уровня жидкостей»;
- лабораторный стенд «Измерение уровня сыпучих материалов»;
- лабораторный стенд «Преобразователи давления Метран»;
- лабораторный стенд «Статические и динамические характеристики объекта управления»

Электронные плакаты по курсу «Основы метрологии и технические измерения» (136), ключ на 2 ПК.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение и защиту лабораторных работ, решение контрольных задач.

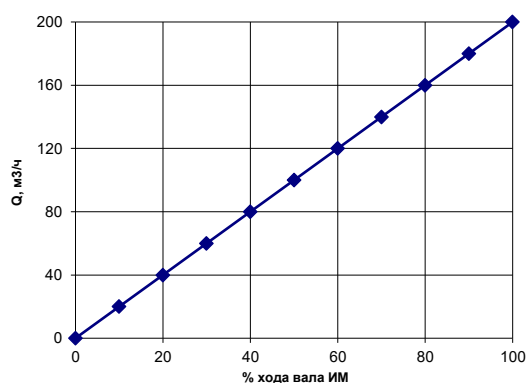
Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
1. Методы и средства измерения технологических параметров: – Термоэлектрические преобразователи. – Термометры сопротивления. – Преобразователи серии Метран. – Расходомеры.	1. На каких явлениях основано действие термоэлектрических термометров? 2. Как вводится поправка на температуру свободных концов термопары в автоматических и переносных потенциометрах, милливольтметрах? 3. Пределы измерений стандартных термоэлектрических термометров? 4. Какой принцип действия у термометров сопротивления? 5. Какие преимущества у медного и у платинового термопреобразователей сопротивления? 6. Принцип действия преобразователей серии Метран? 7. Какие существуют модификации преобразователей серии Метран? 8. Какие технологические параметры измеряются преобразователями серии Метран? 9. Принцип действия тензометрического датчика. 10. Измерение расхода методом постоянного перепада давления? 11. Измерение расхода методом переменного перепада давления? 12. Измерение расхода по динамическому давлению?
2. Испытание и поверка контрольно-измерительных приборов	1. Что такое основная и дополнительная погрешность прибора? 2. Какие погрешности необходимо рассчитать для того, чтобы сделать вывод о результатах поверки? 3. Для чего выполняют поверку прибора и что понимают под классом точности прибора? 4. Какие существуют виды поверок?
3. Системы автоматического управления: – Экспериментальное определение статической характеристики объекта управления. – Экспериментальное определение динамической характеристики объекта управления. – Переходный процесс в системе управления.	1. Что такое статическая характеристика объекта управления? 2. Какой режим системы управления является установившемся? 3. Дать определение динамической характеристики объекта управления. 4. Дать определение Коб. 5. Дать определение То. 6. Дать определение тз. 7. Что такое переходный процесс? 8. Типы переходных процессов в системе управления? 9. В каком режиме управления снимают переходный процесс?

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	10. Назовите настроечные параметры ПИ-регулятора.

Пример варианта контрольной работы №1

1. Нарисовать схему автоматизации для стабилизации давления. (подобрать датчик давления, вторичный прибор, регулятор и т.д. объяснить назначение всех элементов системы).

2. Нарисовать кривую разгона для объекта, обладающего следующими параметрами $\tau_3 = 5$ с, $T_o = 25$ с, изменение входного воздействия от 30 до 20 % хода вала ИМ. Статическая характеристика объекта имеет следующий вид. Определить $K_{об}$.



3. Интегральный закон регулирования. Написать закон, нарисовать кривую разгона. Какие сигналы подаются на вход регулятора, что является выходным сигналом. Область применения.

Пример вариантов контрольной работы №2

Определить, годен прибор к работе или нет, он работает на диапазоне X_B , X_H (указанны в таблице). Отчет делений по прибору, производится через 10, начиная с X_H , до X_B . Класс точности прибора в таблице. Для получения результата определить: абсолютную, относительную и приведенную погрешности. Построить зависимость для определения вариации. Экспериментальные поверяемые точки назначить самостоятельно таким образом, чтобы в выводе значилось: прибор соответствует классу точности.

Вариант	X_H	X_B	Класс точности
1	-10	30	0,5
2	-20	20	1,0
3	0	50	1,5

Пример вариантов индивидуальных заданий

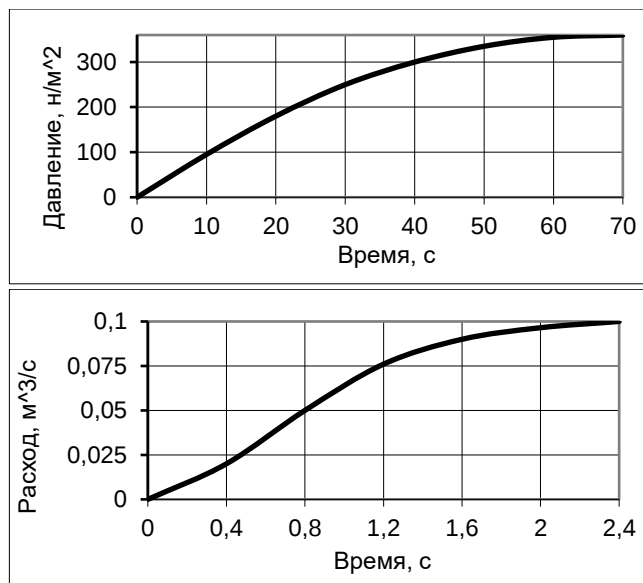
Задание 1. Расчет коэффициентов статической характеристики объекта управления методом наименьших квадратов. $Y(X) = a + bX$ - уравнение линии регрессии. Построить график статической характеристики, где точками показать экспериментальные значения, а линией – расчетную линию регрессии.

Экспериментальные данные

X, Па	Эксп. точки, мм
8,0	4,83
8,7	4,12
9,2	3,45
9,5	2,86
10,0	1,83
8,0	4,50
8,5	4,10

9,2	3,40
9,6	2,81
10,6	1,96

Задание 2. Определение динамических параметров объекта управления по кривой разгона.
Варианты заданий:



Задание 3. Написать реферат на заданную тему, используя различные источники информации.

Примеры тем рефератов.

1. Измерительные информационные системы
2. Способы представления информации
3. Компьютерные технологии, используемые при поиске информации
4. Информационные технологии, используемые при поиске информации
5. Методики поиска и обработки информации из различных источников
6. Представление информации в требуемом формате
7. Анализ информации из различных источников
8. Сетевые технологии при сборе информации
9. Управление процессом нагрева металла в АПК с учетом текущего температурного состояния металла.
10. Автоматизация процесса вакуумирования стали в установке порционного типа, особенности процесса.
11. Управление процессом дозирования сыпучих шихтовых материалов при составлении шихты для агломерации.
12. Функциональная схема процесса вакуумирования стали в установке циркуляционного типа. Особенности работы отдельных контуров управления.
13. Оптимизация работы установки циркуляционного типа путем управления расходом транспортирующего газа с целью обеспечения максимальной производительности установки.
14. Особенности работы контуров регулирования уровня металла в кристаллизаторе МНЛЗ и теплового режима кристаллизатора.
15. Автоматизация теплового и технологического режима разливки стали на МНЛЗ. Функциональная схема и особенности работы контуров управления

Примеры тестовых заданий

1. В каких случаях применяются пирометры?
 - а) при измерении высоких температур;
 - б) при измерении температур ниже 0°C ;
 - в) при измерении температуры движущихся объектов;
 - г) когда необходимо обеспечить высокую точность.
2. Какой метод измерения лежит в основе работы термопары и термометра сопротивления
 - а) контактный;
 - б) бесконтактный;
 - в) косвенный.
3. Как изменяются свойства материала термометра сопротивления при изменении температуры
 - а) изменяется электрическое сопротивление;
 - б) изменяется плотность;
 - в) изменяется длина проводника.
4. Как изменяется сопротивление у полупроводниковых термометров сопротивления при увеличении температуры
 - а) увеличивается;
 - б) уменьшается;
 - в) не изменяется.
5. Сколько спаев бывает у термопары
 - а) 1;
 - б) 2;
 - в) 3;
 - г) зависит от условий измерения.
6. Какие спаи термопары помещаются в измерительную среду
 - а) рабочие;
 - б) холодные;
 - в) горячие;
 - г) свободные.
7. Для чего вводят поправку на температуру холодных спаев, чтобы
 - а) температура холодных спаев была ноль;
 - б) температура холодных спаев была равна температуре горячих спаев.

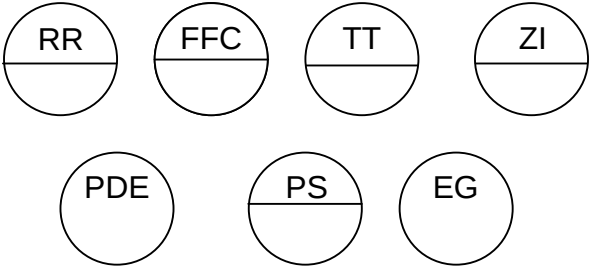
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

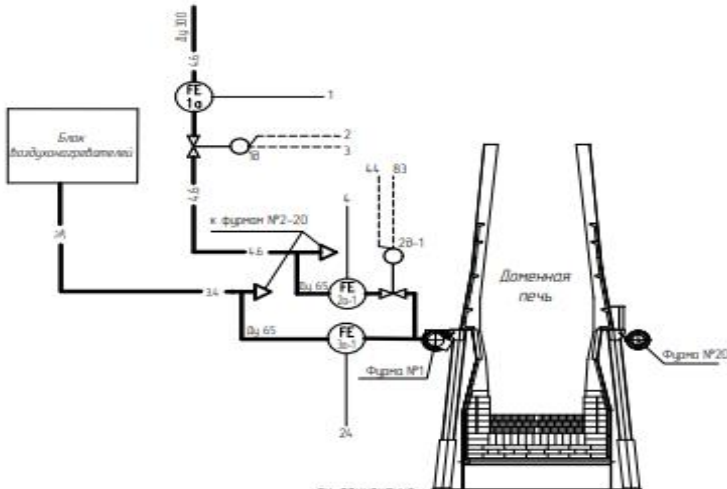
а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

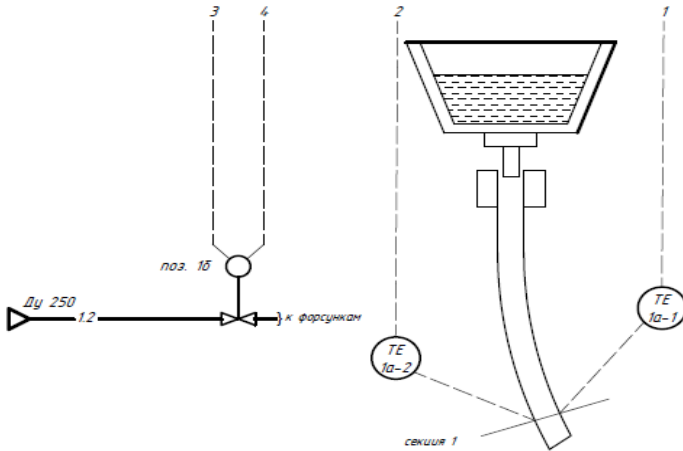
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-4 Способен выполнять задачи по оценке сырья и металлургической продукции, корректировать и контролировать производственный процесс		
ПК 4.1	Оценивает сырье и металлургическую продукцию, корректирует и контролирует производственный процесс с обоснованием принятых технологических и технических мер	<i>Перечень теоретических вопросов к зачету:</i> 1. Измерительные информационные системы 2. Способы представления информации 3. Компьютерные технологии, используемые при поиске информации 4. Информационные технологии, используемые при поиске информации 5. Методики поиска и обработки информации из различных источников 6. Представление информации в требуемом формате 7. Анализ информации из различных источников 8. Сетевые технологии при сборе информации 9. Технологические измерения в зоне нижнего строения агломерационной машины 10. Технические средства для измерения параметров технологического процесса 11. Виды стандартов. 12. Нормативные документы 13. Государственные и отраслевые стандарты для разработки проекта по АСУ ТП 14. Технические средства автоматизации 15. Средства автоматического регулирования 16. Средства сигнализации 17. Статический и динамический режим работы объекта управления. 18. Статическая характеристика объекта управления. 19. Определение динамических параметров объекта управления по кривой разгона. 20. Типовые динамические звенья. Статические и динамические характеристики типовых соединений элементов. 21. Непрерывные законы регулирования (П, И, ПИ, ПД, ПИД - законы) и регуляторы, формирующие эти законы. Определение настроечных параметров

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		типовых регуляторов. 22. Показатели качества регулирования. 23. Система автоматического регулирования (САР). Контур регулирования. 24. Классификация систем регулирования и управления: АСУ, АСУП, АСУТП. 25. Использование ЭВМ для формирования различных законов регулирования. Промышленные контроллеры и управляющие ЭВМ. 26. Функции и назначение АСУ ТП. 27. Проблемы управления теплоэнергетическими процессами. 28. Принципы оптимального планирования и управления. 29. Применение информационных и вычислительных сетей для совершенствования металлургических технологий и управления теплотехническими объектами. 30. Функциональные схемы автоматизации тепловых процессов. 31. Структура современной системы управления производством. Уровни структуры, основные выполняемые функции 32. Уровень получения информации об объекте, состав уровня, программные и технические средства уровня. 33. Уровень управления. Информационные связи уровня с другими уровнями иерархии. 34. Уровень диспетчеризации процесса управления. Задачи уровня. Структура программных средств уровня. 35. Программные средства автоматизированной обработки и отображения параметров технологического процесса, состав и структура средств. 36. Основные характеристики программных средств накопления и поиска информации. Структура и классификация баз данных. 37. Программные средства автоматизированного сбора и передачи информации, сети передачи данных. 38. Информационные технологии объединения (связывания) источников данных, единое информационное пространство. 39. Методы связывания и передачи данных на уровне операционных систем. Сервера передачи данных. 40. Назначение и структура автоматизированного технологического комплекса. Элементы структуры, назначение и состав.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		41. Метрологические характеристики. Неметрологические характеристики 42. Структурные схемы и свойства средств измерения 43. Обработка результатов измерения 44. Измерение неэлектрических величин. Классификация 45. Измерение температуры термометрами сопротивления (пределы измерения, градуировки). Требования, предъявляемые к материалу 46. Преобразователи неэлектрических величин. Металлические термометры сопротивления 47. Преобразователи неэлектрических величин. Полупроводниковые термометры сопротивления 48. Преобразователи неэлектрических величин. Термоэлектрические преобразователи 49. Стандартные термоэлектрические преобразователи (пределы измерения, градуировки, материал электродов) 50. Способы исключения влияния температуры свободных концов термопар. Требования, предъявляемые к материалам, термопар 51. Преобразователи неэлектрических величин. Пирометры 52. Методы и средства измерения расхода 53. Преобразователи серии МЕТРАН 54. Методы и средства измерения уровня
		Примеры практических заданий для зачета: 1. Составить структурную и функциональную схемы автоматизации типового контура регулирования температуры. 2. Составить структурную и функциональную схемы автоматизации типового контура регулирования давления. 3. Составить структурную и функциональную схемы автоматизации типового контура регулирования расхода. 4. Составить структурную и функциональную схемы автоматизации типового контура регулирования соотношения топливо-воздух. 5. Предложить комплекс технических средств для реализации типового контура регулирования температуры 6. Предложить комплекс технических средств для реализации типового контура регулирования давления

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		7. Предложить комплекс технических средств для реализации типового контура регулирования расхода 8. Предложить комплекс технических средств для реализации типового контура регулирования уровня 9. Составить структурную и функциональную схемы автоматизации типового контура регулирования мощности дуги в АПК. 10. Составить структурную и функциональную схемы автоматизации типового контура уровня металла в кристаллизаторе МНЛЗ. 11. Составить структурную и функциональную схемы автоматизации типового контура регулирования расхода воды в ЗВО МНЛЗ.
		Примеры задач к зачету: Задача 1. Используя ГОСТ 21.208-2013 дать расшифровку следующим условным обозначениям средств автоматизации:  Задача 2. Используя ГОСТ 21.408-2013 составить перечень основных рабочих чертежей проекта по АСУ ТП. Задача 3. Используя ГОСТ 21.208-2013 пояснить объем технических средств на предложенной схеме автоматизации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																						
		<table data-bbox="1184 748 1879 1107"><tr><th></th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>24</th><th>83</th></tr><tr><td>Видовой технический средства</td><td>FDI 16</td><td>FDI 20-1</td><td>FDI 20-2</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Панель программирования</td><td>PII 16</td><td>PII 20-1</td><td>PII 20-2</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Вход управления МЭТ</td><td>Y 16</td><td></td><td></td><td></td><td>Y 20-1</td></tr><tr><td>Вход распределения ГАЗ</td><td>GA 16</td><td>GA 20-1</td><td>GA 20-2</td><td>GA 24</td><td>GA 83</td></tr><tr><td>Вход контрольный</td><td>BI 16</td><td>BI 20-1</td><td>BI 20-2</td><td>BI 24</td><td>BI 83</td></tr><tr><td>ТК</td><td colspan="5">PII 16</td></tr><tr><td>Параметры</td><td>Расход</td><td>Расход приходящего газа</td><td>Расход приходящего газа</td><td>Управление клапаном подачи приходящего газа</td><td>Управление клапаном подачи приходящего газа</td></tr><tr><td></td><td>Приходящий газ на фуре</td><td colspan="4">Распределение по фуре</td></tr></table> Задача 4. Используя ГОСТ 21.208-2013 пояснить объем технических средств на предложенной схеме автоматизации:		1	2	3	24	83	Видовой технический средства	FDI 16	FDI 20-1	FDI 20-2			Панель программирования	PII 16	PII 20-1	PII 20-2			Вход управления МЭТ	Y 16				Y 20-1	Вход распределения ГАЗ	GA 16	GA 20-1	GA 20-2	GA 24	GA 83	Вход контрольный	BI 16	BI 20-1	BI 20-2	BI 24	BI 83	ТК	PII 16					Параметры	Расход	Расход приходящего газа	Расход приходящего газа	Управление клапаном подачи приходящего газа	Управление клапаном подачи приходящего газа		Приходящий газ на фуре	Распределение по фуре			
	1	2	3	24	83																																																			
Видовой технический средства	FDI 16	FDI 20-1	FDI 20-2																																																					
Панель программирования	PII 16	PII 20-1	PII 20-2																																																					
Вход управления МЭТ	Y 16				Y 20-1																																																			
Вход распределения ГАЗ	GA 16	GA 20-1	GA 20-2	GA 24	GA 83																																																			
Вход контрольный	BI 16	BI 20-1	BI 20-2	BI 24	BI 83																																																			
ТК	PII 16																																																							
Параметры	Расход	Расход приходящего газа	Расход приходящего газа	Управление клапаном подачи приходящего газа	Управление клапаном подачи приходящего газа																																																			
	Приходящий газ на фуре	Распределение по фуре																																																						

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																				
		 <table><tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>Регулирующий контроллер</td><td>4...20 мА</td><td>4...20 мА</td><td>4...20 мА</td><td>Вс</td></tr><tr><td>Станция визуализации</td><td>Вс</td><td>Вс</td><td>Вс</td><td>Вс РМК</td></tr><tr><td>Параметр</td><td colspan="4">Температура</td></tr></table>		1	2	3	4	Регулирующий контроллер	4...20 мА	4...20 мА	4...20 мА	Вс	Станция визуализации	Вс	Вс	Вс	Вс РМК	Параметр	Температура			
	1	2	3	4																		
Регулирующий контроллер	4...20 мА	4...20 мА	4...20 мА	Вс																		
Станция визуализации	Вс	Вс	Вс	Вс РМК																		
Параметр	Температура																					

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

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

Зачет проводится в устной форме по теоретическим вопросам, практическим заданиям и задачам.

Показатели и критерии оценивания зачета:

- на оценку «зачтено» - обучающийся показывает усвоение основного содержания материала в объеме программы, в основном правильно дает определения и понятия, демонстрирует практические навыки по дисциплине;
- на оценку «не зачтено» - обучающийся не показывает усвоение основного содержания материала в объеме программы, в основном неправильно дает определения и понятия, не демонстрирует практические навыки по дисциплине.

**Индивидуальные задания по дисциплине
«Автоматизация металлургических процессов»**

**Индивидуальное задание №1
Расчет коэффициентов статической характеристики
объекта управления методом наименьших квадратов**

Метод наименьших квадратов

Для математического описания статических экспериментальных характеристик технологического процесса используются уравнения, полученные методом математической статистики для получения зависимости $Y = f(X)$. Эту зависимость наиболее просто и удобно выразить с использованием многочлена вида:

$$Y(X) = a_0 + a_1 \cdot X + a_2 \cdot X^2 + \dots + a_n \cdot X^n \quad (1)$$

Так как статическая характеристика нелинейная, то для получения уравнения статической характеристики используется полином четвертой степени вида:

$$Y(X) = a_0 + a_1 \cdot X + a_2 \cdot X^2 + a_3 \cdot X^3 + a_4 \cdot X^4 \quad (2)$$

Коэффициенты полинома (2) определяются из решения системы уравнений, полученных с использованием метода наименьших квадратов:

$$\begin{cases} \sum Y = N \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum X + a_2 \cdot \sum X^2 + a_3 \cdot \sum X^3 + a_4 \cdot \sum X^4 \\ \sum XY = a_0 \cdot \sum X + a_1 \cdot \sum X^2 + a_2 \cdot \sum X^3 + a_3 \cdot \sum X^4 + a_4 \cdot \sum X^5 \\ \sum X^2 Y = a_0 \cdot \sum X^2 + a_1 \cdot \sum X^3 + a_2 \cdot \sum X^4 + a_3 \cdot \sum X^5 + a_4 \cdot \sum X^6 \\ \sum X^3 Y = a_0 \cdot \sum X^3 + a_1 \cdot \sum X^4 + a_2 \cdot \sum X^5 + a_3 \cdot \sum X^6 + a_4 \cdot \sum X^7 \\ \sum X^4 Y = a_0 \cdot \sum X^4 + a_1 \cdot \sum X^5 + a_2 \cdot \sum X^6 + a_3 \cdot \sum X^7 + a_4 \cdot \sum X^8 \end{cases} \quad (3)$$

Расчет коэффициентов уравнения статической характеристики методом наименьших квадратов приведен в таблице ниже.

Решение системы уравнений осуществляется методом Крамера и заключается в определении коэффициентов полинома (2) с помощью определителей, составленных по системе уравнений (3). Данные берутся из таблицы (сумма по столбцам)

$$\Delta_0 = \begin{vmatrix} Y & X & X^2 & X^3 & X^4 \\ XY & X^2 & X^3 & X^4 & X^5 \\ X^2Y & X^3 & X^4 & X^5 & X^6 \\ X^3Y & X^4 & X^5 & X^6 & X^7 \\ X^4Y & X^5 & X^6 & X^7 & X^8 \end{vmatrix} \quad \Delta_1 = \begin{vmatrix} N & Y & X^2 & X^3 & X^4 \\ X & XY & X^3 & X^4 & X^5 \\ X^2 & X^2Y & X^4 & X^5 & X^6 \\ X^3 & X^3Y & X^5 & X^6 & X^7 \\ X^4 & X^4Y & X^6 & X^7 & X^8 \end{vmatrix} \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} N & X & Y & X^3 & X^4 \\ X & X^2 & XY & X^4 & X^5 \\ X^2 & X^3 & X^2Y & X^5 & X^6 \\ X^3 & X^4 & X^3Y & X^6 & X^7 \\ X^4 & X^5 & X^4Y & X^7 & X^8 \end{vmatrix}$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} N & X & X^2 & Y & X^4 \\ X & X^2 & X^3 & XY & X^5 \\ X^2 & X^3 & X^4 & X^2Y & X^6 \\ X^3 & X^4 & X^5 & X^3Y & X^7 \\ X^4 & X^5 & X^6 & X^4Y & X^8 \end{vmatrix} \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} N & X & X^2 & X^3 & Y \\ X & X^2 & X^3 & X^4 & XY \\ X^2 & X^3 & X^4 & X^5 & X^2Y \\ X^3 & X^4 & X^5 & X^6 & X^3Y \\ X^4 & X^5 & X^6 & X^7 & X^4Y \end{vmatrix} \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} N & X & X^2 & X^3 & X^4 \\ X & X^2 & X^3 & X^4 & X^5 \\ X^2 & X^3 & X^4 & X^5 & X^6 \\ X^3 & X^4 & X^5 & X^6 & X^7 \\ X^4 & X^5 & X^6 & X^7 & X^8 \end{vmatrix}$$

Коэффициенты полинома (2): $a_0 = \frac{\Delta_1}{\Delta}; a_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta}; a_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta}; a_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta}; a_4 = \frac{\Delta_4}{\Delta}.$

Коэффициенты уравнения:

$$a_0 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = 1235,43; \quad a_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = -135,03; \quad a_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = 565,069; \quad a_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta} = -563,74; \quad a_4 = \frac{\Delta_4}{\Delta} = 170,227$$

Уравнение статической характеристики будет иметь следующий вид:

$$Y(X) = 1235,43 - 135,03 \cdot X + 565,069 \cdot X^2 - 563,74 \cdot X^3 + 170,227 \cdot X^4$$

Полученная статическая характеристика приведена на рисунке:

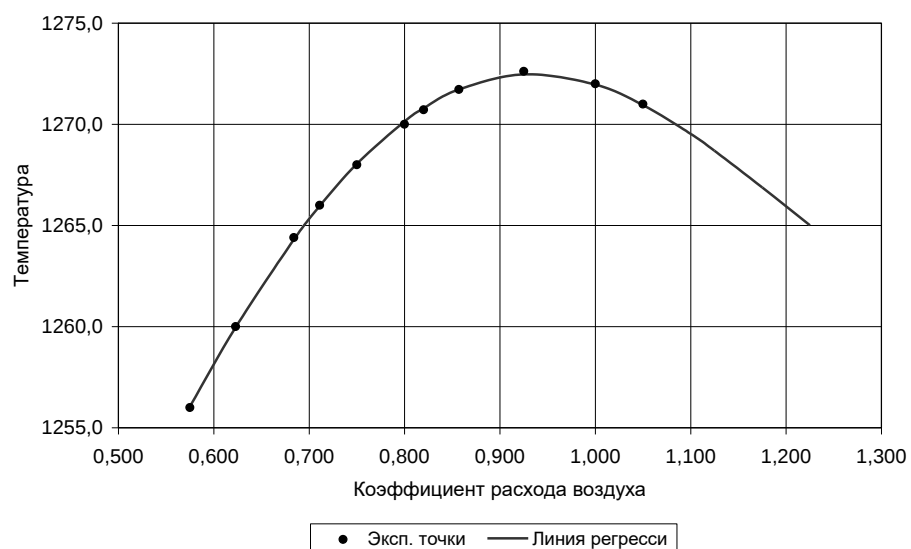


Рисунок – Статическая характеристика

Задание. Экспериментальные точки для расчета получить на имитационной модели объекта управления (по вариантам) - программа сау.exe.

Индивидуальное задание №2

Определение динамических параметров объекта управления по кривой разгона

Динамической характеристикой объекта регулирования называется зависимость изменения во времени выходной величины y объекта в переходном режиме. При этом предполагается, что неустановившийся (переходный) режим вызван однократным ступенчатым скачкообразным единичным возмущением входной величины (регулирующим воздействием или внешним возмущением). Динамическая характеристика объекта также называется кривой разгона и является временной характеристикой объекта.

Кривая разгона объекта может быть получена экспериментальным путем, или рассчитана аналитически.

При экспериментальном способе получения кривой разгона регулятор отключается от объекта регулирования, а на вход объекта вручную вносится единичное ступенчатое воздействие.

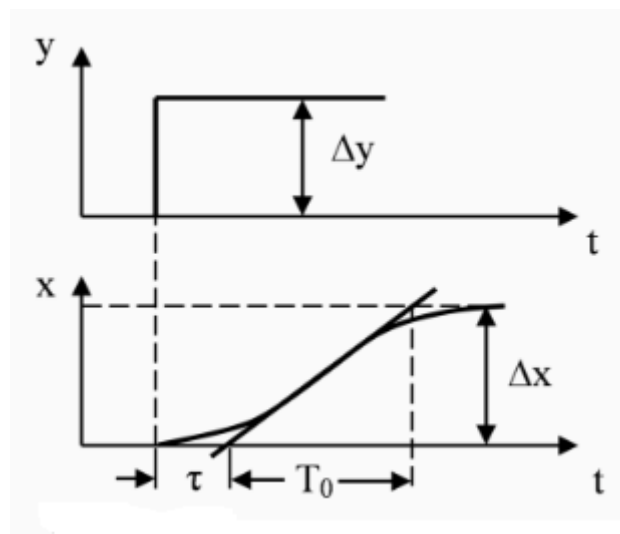


Рисунок 1 – Переходная характеристика объекта.

Динамические характеристики объекта:

$\tau_{\text{зап}}$ – время запаздывания, характеризует запаздывание изменения регулируемого параметра при возникновении регулирующего воздействия или возмущения. Увеличение $\tau_{\text{зап}}$ затрудняет работу регулятора, ухудшает устойчивость.

$T_{об}$ – постоянная времени объекта, мера инертности объекта, чем больше $T_{об}$ тем медленнее изменяется регулируемый параметр, тем легче работать регулятору.

$k_{об}$ – коэффициент передачи объекта, показывает, как изменяется параметр X при изменении регулирующего воздействия Y . Чем больше $k_{об}$ тем объект чувствительнее к воздействиям. $k_{об} = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$

По переходному процессу, изображенному на графике, определяем характеристики объекта:

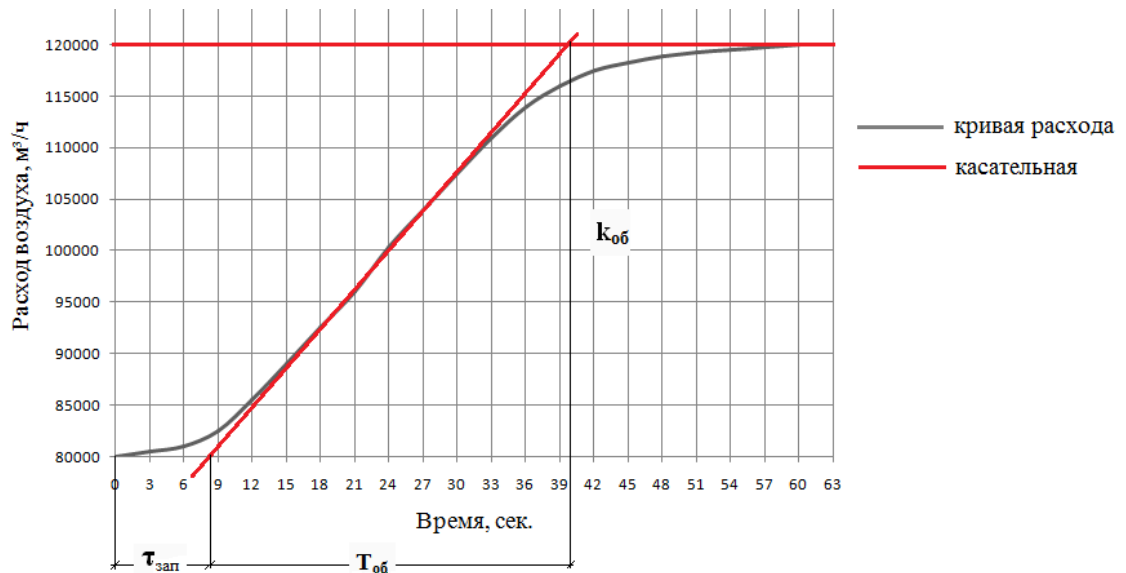


Рисунок 2 – График для определения динамических параметров объекта управления
Коэффициент передачи объекта $k_{об}$ находим по формуле:

$$k_{об} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad , \quad (1)$$

где ΔX – изменение входной величины;

ΔY – изменение выходной величины.

$$k_{об} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{120000 - 80000}{60 - 40} = \frac{40000}{20} = 2000 \text{ м}^3/\% \text{хода ИМ}$$

По графику на рисунке 1 определяем время запаздывания $\tau_{зап}$ и постоянную времени $T_{об}$.

$$\tau_{зап} = 8 \text{ сек.}$$

$$T_{об} = 32 \text{ сек.}$$

Задание. Экспериментальные точки для расчета получить на имитационной модели объекта управления (по вариантам) - программа сау.exe.

Индивидуальное задание №3

Составление структурной схемы контура управления технологическим процессом

В результате работы САР технологические параметры поддерживаются на определенном значении без вмешательства человека.

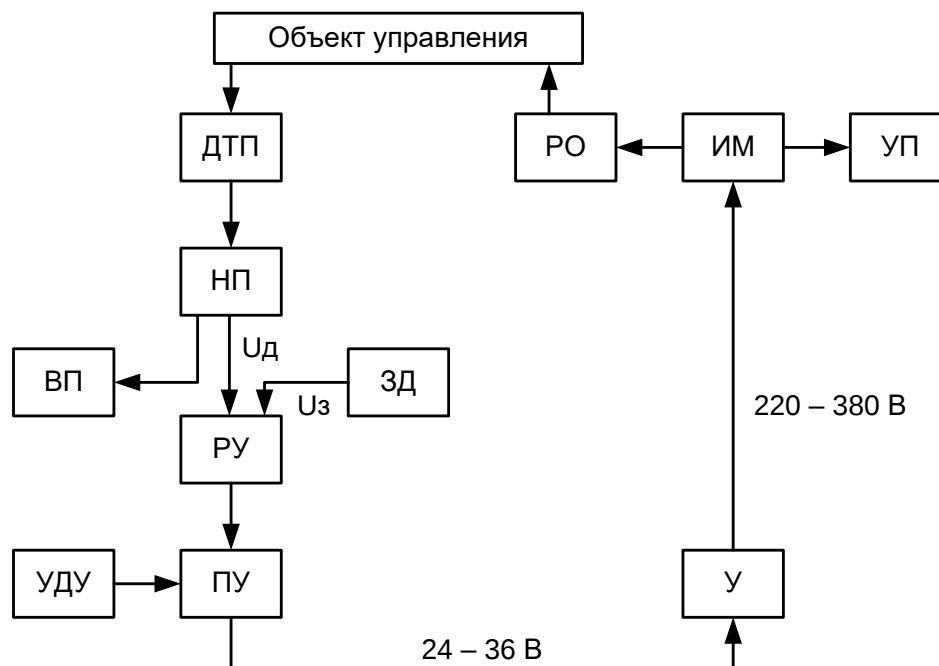


Рисунок 1 – Структурная схема САР

Стабилизирующий контур в своей структуре содержит следующие элементы:
ДТП (датчик технологического параметра) - устройство, предназначенное для измерения фактического значения управляемого технологического параметра и преобразования в величину доступную для инструментального контроля.

НП (нормирующий преобразователь) - устройство, предназначенное для преобразования фактического сигнала, формируемого ДП в унифицированный сигнал. Унифицированные сигналы: 4-20мА, 0-20мА, 0-10В.

ВП (вторичный прибор) - устройство, предназначенное для отображения и визуализации текущих значений регулируемого параметра.

РУ (регулирующее устройство, регулятор) – устройство, предназначенное для определения сигнала рассогласования в измерительной части регулятора и формирования управляющего воздействия в соответствии с принятым законом регулирования. Выходным параметром регулятора является положение вала исполнительного механизма. Регулирующее устройство формирует управляющий сигнал в виде напряжения постоянного тока, который подается на переключатель режима управления.

ПУ (переключатель режима управления) - обеспечивает выбор режима управления исполнительным механизмом.

Есть два режима управления:

- Автоматический режим - управление осуществляется от регулирующего устройства.
- Дистанционный (ручной) режим - управление ИМ осуществляется от устройства дистанционного управления (УДУ).

У (усилитель мощности) – предназначен для усиления и преобразования управляющего сигнала, формируемого регулирующим устройством в сигнал, достаточный для управления исполнительным механизмом. В качестве усилителя мощности обычно используется устройство типа ПБР (пускатель бесконтактный реверсивный).

ИМ (исполнительный механизм) – устройство, содержащее электрический двигатель и редуктор, предназначенный для преобразования управляющего сигнала регулятора в угол

поворота регулирующего органа. В САУ используются исполнительные механизмы постоянной скорости. Их скорость должна соответствовать инерционности управляемого процесса и массе регулирующего органа.

Пример исполнительного механизма:

Название: МЭО-100-63-0.25

100 – вращающий момент (измеряется в ньютон на метр)

63 – время одного полного оборота выходного вала

0.25 – на сколько градусов настроены концевые выключатели, то есть процент хода исполнительного механизма $90^\circ = 100\%$.

УП (указатель положения) – предназначен для измерения текущего значения положения регулирующего органа или выходного вала исполнительного механизма.

ЗД (задающее устройство) – устройство, предназначенное для формирования сигнала задания.

РО (регулирующий орган) – механическое устройство, представляющее собой поворотный клапан или шибер, изменяющее величину регулирующего физического воздействия.

Задание. По описанию схемы лабораторной установки и имитационной модели составить структурную схему контура управления.

Индивидуальное задание №4

Расчёт параметров настройки регулятора

Пропорциональный регулятор имеет один параметр динамической настройки – коэффициент передачи регулятора K_p , который численно равен углу поворота вала ИМ, приходящегося на единицу отклонения регулируемого параметра от задания. П - регулятор обеспечивает быстрое регулирование, но в системе присутствует статическая ошибка e_0 . При увеличении параметра настройки регулятора K_p статическая ошибка уменьшается, но уменьшается и устойчивость системы. Поэтому в промышленных системах типа в чистом виде П - регулятор используется редко.

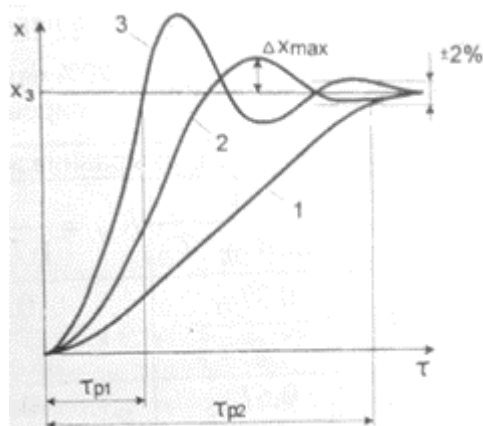
Интегральный регулятор иногда называют астатическим. T_i – время интегрирования – это настроечный параметр регулятора. Время интегрирования T_i – это время, за которое выходная величина, изменяясь с постоянной скоростью, достигнет значения входной величины, если обе величины измеряются в одних единицах.

Дифференциальный регулятор реализуют закон регулирования, чувствительный к скорости изменения сигнала рассогласования, что позволяет системе быстро реагировать даже на малые отклонения регулируемой величины от задания. T_d – время предварения, это время, в течение которого угол поворота вала ИМ под действием дифференцирующей части удваивается пропорциональной частью.

Определение динамических параметров настройки регулятора по динамическим параметрам объекта

В реальных производственных условиях перед каждым инженером возникает задача оптимизации контура управления, которая заключается в том, что для каждого объекта с известными динамическими параметрами $\tau_{зап}$, $T_{об}$, $k_{об}$ необходимо определить значения параметров динамической настройки регулятора K_p , $T_{из}$, T_d , при которых максимально возможно компенсируется влияние инерционных свойств объекта.

На рисунке 1 приведены типовые переходные процессы в системах автоматического регулирования при скачкообразном изменении задания.



- 1 – аperiodический процесс с минимальным временем регулирования; 2 – 20 % перерегулирование;
3 – минимальное значение квадратичного критерия.

Рисунок 1 – Типовые переходные процессы в системах автоматического регулирования при скачкообразном изменении задания

При инженерных методах выбора закона регулирования и близких к оптимальным значений параметров динамической настройки регулятора, рекомендуется пользоваться формулами, представленными в таблице 1.

Если объект является объектом с самовыравниванием, а это означает, что он характеризует способность объекта восстанавливать состояние равновесия, при этом параметр принимает новое равновесное состояние.

В зависимости от технологических требований, динамических свойств объекта управления и характера, действующих на него возмущений выбираем один из трех типовых процессов – аperiodический процесс с минимальным временем регулирования.

Тип регулятора выбирается с учетом свойств объекта регулирования. Для достижения требуемого качества регулирования при выбранном переходном процессе следует принять подходящий закон регулирования.

Таблица 1 - Расчетные формулы для определения настроек регулятора для инерционных объектов с запаздыванием

Закон регулирования	Вид типового переходного процесса		
	аperiodический	20% перерегулирование	Минимум I'
Объекты с самовыравниванием (статические)			
и	$K_{И} = \frac{1}{4,2 K_{ОБ} \cdot T_{О}}$	$K_{И} = \frac{1}{1,7 K_{ОБ} \cdot T_{О}}$	$K_{И} = \frac{1}{1,7 K_{ОБ} \cdot T_{О}}$
п	$K_{Р} = \frac{0,3 T_{О}}{K_{ОБ} \cdot \tau_{З}}$	$K_{Р} = \frac{0,7 T_{О}}{K_{ОБ} \cdot \tau_{З}}$	$K_{Р} = \frac{0,9 T_{О}}{K_{ОБ} \cdot \tau_{З}}$
пи	$K_{Р} = \frac{0,6 T_{О}}{K_{ОБ} \cdot \tau_{З}}$ $T_{И} = 0,6 T_{О}$	$K_{Р} = \frac{0,7 T_{О}}{K_{ОБ} \cdot \tau_{З}}$ $T_{И} = 0,7 T_{О}$	$K_{Р} = \frac{T_{О}}{K_{ОБ} \cdot \tau_{З}}$ $T_{И} = T_{О}$
пид	$K_{Р} = \frac{0,95 T_{О}}{K_{ОБ} \cdot \tau_{З}}$ $T_{И} = 2,4 \tau_{З}$ $T_{П} = 0,4 \tau_{З}$	$K_{Р} = \frac{1,2 T_{О}}{K_{ОБ} \cdot \tau_{З}}$ $T_{И} = 2,0 \tau_{З}$ $T_{П} = 0,4 \tau_{З}$	$K_{Р} = \frac{1,4 T_{О}}{K_{ОБ} \cdot \tau_{З}}$ $T_{И} = 1,3 \tau_{З}$ $T_{П} = 0,5 \tau_{З}$

Характер действия регулятора определяют по величине отношения времени запаздывания объекта $\tau_{зап}$ к его постоянной времени $T_{об}$:

$$\tau_{зап} / T_{об} < 0,2$$

- релейный регулятор

$0,2 < \tau_{\text{зап}} / T_{\text{об}} < 1,0$ - регулятор непрерывного действия

$\tau_{\text{зап}} / T_{\text{об}} > 1,0$ - многоконтурная система регулирования

$$\tau_{\text{зап}} / T_{\text{об}} = 8 / 32 = 0,25 \quad (1)$$

Выбираем регулятор непрерывного действия, так как $0,2 < 0,25 < 1,0$.

При выборе закона регулирования регулятора непрерывного действия учитываем величину отношения постоянной времени объекта $T_{\text{об}}$ к времени запаздывания $\tau_{\text{зап}}$:

$T_{\text{об}} / \tau_{\text{зап}} > 1,0$ - П - регулятор

$10 > T_{\text{об}} / \tau_{\text{зап}} > 7,5$ - ПИ - регулятор

$7,5 > T_{\text{об}} / \tau_{\text{зап}} > 3$ - ПИД - регулятор

$T_{\text{об}} / \tau_{\text{зап}} < 3,0$ - многоконтурная система регулирования

$$T_{\text{об}} / \tau_{\text{зап}} = 32 / 8 = 4 \quad (2)$$

Выбираем ПИД – регулятор непрерывного действия, так как $7,5 > 4 > 3$.

Рассчитаем параметры настройки ПИД – регулятора теоретическим способом, используя для расчета определенные параметры объекта – $\tau_{\text{зап}}$, $T_{\text{об}}$, $K_{\text{об}}$.

$$K_p = \frac{0,95 \cdot T_{\text{об}}}{K_{\text{об}} \cdot \tau_{\text{зап}}} = \frac{0,95 \cdot 32}{2000 \cdot 8} = \frac{30,4}{16000} = 0,0019$$

$$T_i = 2,4 \cdot \tau_{\text{зап}} = 2,4 \cdot 8 = 19,2$$

$$T_d = 0,4 \cdot \tau_{\text{зап}} = 0,4 \cdot 8 = 3,2$$

Задание. На имитационной модели объекта управления (по вариантам) получить характеристики объекта управления, выбрать для данного объекта регулятор и рассчитать для него настроечные параметры - программа сау.exe.

Требования к оформлению реферата по дисциплине «Автоматизация металлургических процессов»

Формат листа А4. Шрифт Times New Roman, размер 12, межстрочный интервал 1,5. Выравнивание текста по ширине. Абзац 1,25. Параметра страницы: слева 30 мм, справа 10 мм, сверху и снизу 20 мм. Номер страницы проставляется внизу от центра.

Текст реферата должен быть структурирован. Заголовки первого уровня записываются прописными буквами, симметрично тексту, жирно. Заголовки второго уровня – с прописной буквы, остальные строчные, жирно, с абзацного отступа.

Структура реферата:

- Титульный лист.
- Содержание.
- Введение.
- Текст реферата.
- Список использованных источников.

В тексте обязательно должны быть расставлены ссылки на использованные источники. Список использованных источников формируется в порядке ссылок по тексту реферата и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100 -2018.

Примеры библиографических описаний (ГОСТ 7.0.100 -2018)

1. Описание изданий с одним автором

Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение промышленных и гражданских зданий: учеб. для сред. проф. образ. / ЮД. Сибикин; Среднее проф. Образование, Строительство и архитектура. – Москва: Academia, 2006. – 362 с.: ил., табл. – ISBN 5-7695-2250-3. – Текст: непосредственный.

2. Описание с двумя авторами

Чертов, А.Г. Задачник по физике: учеб. пособие / А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. – 8-е изд., перераб. и доп. – Москва: Физматлит, 2008. – 640 с.: ил. – ISBN 9875-94052-145-2. – Текст: непосредственный.

3. Описание с тремя авторами

Варламова, Л.Н. Управление документацией: англо-русский аннотированный словарь стандартизированной терминологии / Л.Н. Варламова, Л.С. Баюн, К.А. Бастрикова. – Москва: Спутник+, 2017. – 398 с. – ISBN 978-5-9973-4489-4. – Текст: непосредственный.

4. Описание изданий под заглавием (5 и более авторов)

Математика: учеб. пособие / Ю.М. Данилов, Л.Н. Журбенко, Г.А. Никонова [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Казанский государственный технологический университет. – Москва: ИНФРА-М, 2011. – 496 с.: ил., табл. – ISBN 5-16-0022673-2. – Текст: непосредственный.

5. Описание многотомных изданий

Материалы и элементы электронной техники. В 2 томах. Т.1. Проводники, полупроводники, диэлектрики: учебник для студ. вузов, обучающихся по направлению «Электроники и микроэлектроника» / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. – Москва: ИЦ Академия, 2006. – 440 с. – Библиогр.: с. 435-438. – Предм. указ.: с. 438-440. – ISBN 5-7695-2785-4. – Текст: непосредственный.

6. Описание законодательных материалов

Гражданский процессуальный кодекс РСФСР: [принят третьей сес. Верхов. Совета РСФСР шестого созыва 11 июня 1964 г.]: офиц. текст: по состоянию на 15.11.2001 г.; Министерство юстиции Российской Федерации. – Москва: Маркетинг, 2001. – 159 с. – 3000 экз. – ISBN 5-94462-191-5. – Текст: непосредственный.

7. Описание стандартов

ГОСТ Р 57564–2017. Организация и проведение работ по международной стандартизации в Российской Федерации = Organization and implementation of activity on international standardization in Russian Federation: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального

агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2017 г. № 767-ст : введен впервые: дата введения 2017-12-01 / разработан Всероссийским научно-исследовательским институтом стандартизации и сертификации в машиностроении (ВНИИНМАШ). – Москва: Стандартинформ, 2017. – V, 43, [1] с.; 29 см. – 33 экз. – Текст непосредственный.

8. Описание патентных документов

Патент № 2637215 Российская Федерация, МПК В02С 19/16 (2006.01), В02С 17/00 (2006.01). Вибрационная мельница: № 2017105030: заявл. 15.02.2017: опубл. 01.12.2017 / [Артеменко К. И.](#), [Богданов Н. Э.](#); заявитель БГТУ. – 4 с.: ил. – Текст: непосредственный.

9. Описание периодических изданий

Безопасность жизнедеятельности. – ISSN 1684-6435. – Текст: непосредственный.

Вестник древней истории. – ISSN 0321-0391. – URL:

<https://dlib.eastview.com/browse/publication/669/udb/12> (дата обращения 02.10.2019). – Текст: электронный.

10. Описание изданий МГТУ

Парсункин, Б.Н. Локальные стабилизирующие контуры автоматического управления в АСУ ТП промышленного производства: монография / Б.Н. Парсункин, С.М. Андреев, О.С. Логунова, Т.У. Ахметов; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г.И. Носова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2012. – 406 с. – ISBN 978-5-4253-0418-0. – Текст: непосредственный.

11. Описание электронных изданий МГТУ (макрообъекты)

Мухина, Е. Ю. Проектирование автоматизированных систем: конспект лекций / Е.Ю. Мухина; МГТУ. – Магнитогорск: МГТУ, 2014. – 1 CD-ROM. – Загл. с титул. экрана. – <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1154.pdf&show=dcatalogues/1/1121181/1154.pdf&view=true> (дата обращения 09.10.2019). – Макрообъект. – Текст: электронный.

12. Описание ЭБС «Лань»

Основы металлургического производства: учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 616с.: ил., табл. – ISBN 978-5-8114-2486-3. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e/lanbook.com/book/90165> (дата обращения 02.10.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

13. Описание ЭБС «Знаниум»

Попов, Ю. И. Управление проектами: учебное пособие / Ю. И. Попов, О. В. Яковенко. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 208 с. — (Учебники для программы MBA). — ISBN 978-5-16-002337-3. — URL: <https://new.znanium.com/read?id=329884> (дата обращения 10.10.2019). – Текст: электронный.

14. Описание ЭБС «Юрайт»

Троценко, В.В. Системы управления технологическими процессами и информационные технологии: учебное пособие для академического бакалавриата / В.В. Троценко, В.К. Федоров, А.И. Забудский, В.В. Комендантов. - Москва: Юрайт, 2019. – 136с. – ISBN 978-5-534-09938-6. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/viewer/sistemy-upravleniya-tehnologicheskimi-processami-i-informacionnye-tehnologii-438994#page/2> (дата обращения 10.10.2019).

15. Описание сайтов в сети Интернет

Государственный Эрмитаж: [сайт]. – Санкт-Петербург, 1998. – URL: <http://www.hermitagemuseum.org/wps/portal/hermitage> (дата обращения: 16.08.2019). – Текст. Изображение: электронные.

ТАСС: информационное агентство России: [сайт]. – Москва, 1999. – Обновляется в течение суток. – URL: <http://tass.ru> (дата обращения: 26.05.2019). – Текст: электронный.

Электронная библиотека: библиотека диссертаций: сайт / Российская государственная библиотека. – Москва: РГБ, 2003. – URL: <http://diss.rsl.ru/?lang=ru> (дата

обращения: 20.07.2019). – Режим доступа: для зарегистрир. читателей РГБ. – Текст: электронный.

Примеры выполнения элементов реферата.
Таблица 1.1 – Название таблицы

Масса, кг, не менее	Длина, мм	L ₁	L ₂	L ₃
160	1000	4	5	6
170	1125	52	60	39
190	1165	389	405	247

Рисунок 1 – Пример оформления таблицы

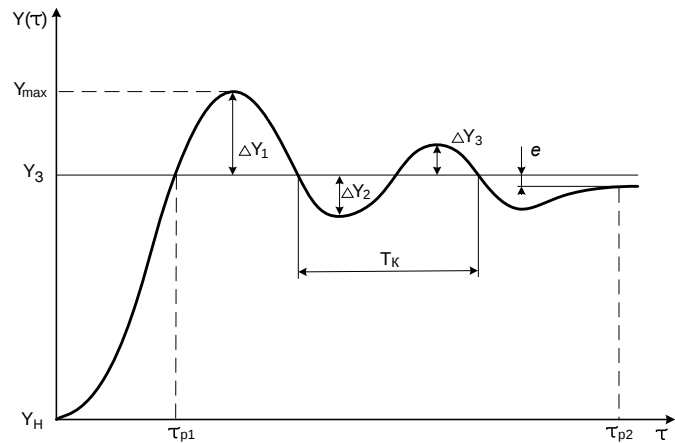


Рисунок 2 – Пример графика функциональной зависимости

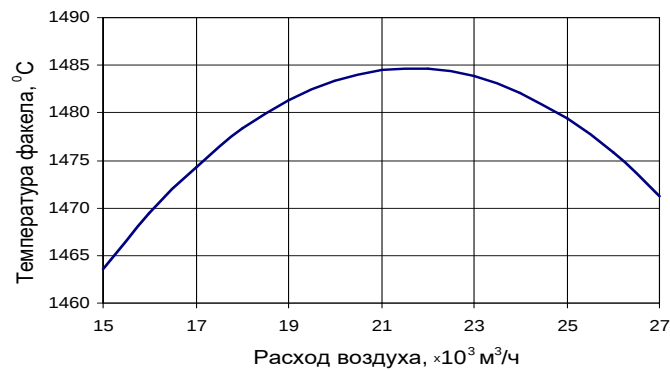


Рисунок 3 – Пример графика количественной зависимости

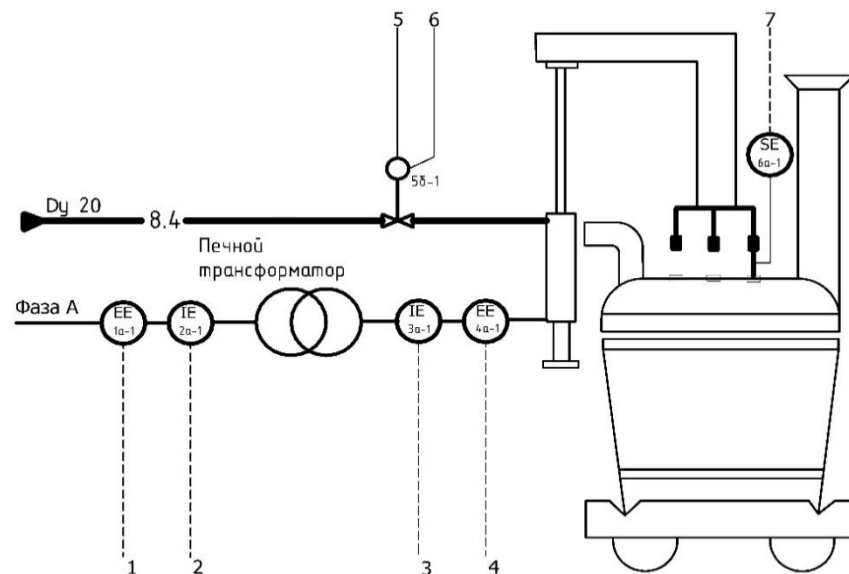
Плотность ρ в килограммах на кубический метр вычисляют по формуле

$$\rho = m / V, \tag{1.1}$$

где m - масса образца, кг;

V - объем образца, м³.

Рисунок 4 - Пример оформления формулы



	1	2	3	4	5	6	7
	4 A	110 кВ	10...15 кА	300...400 В		12 МПа	
Приборы по месту			ET 3a-1 E/E	ET 4a-1 E/E		PT 5a-1 E/E	
Гидравлическая установка					ВС		
Станция децентрализованной периферии	ДПЭ	В1	В1	В1	В1	В0	В1
Регулирующий контроллер	РК						
Станция визуализации	ЭВМ						
Наименование параметра	Регулирование электрического режима						

Рисунок 5 – Пример выполнения схемы автоматизации