



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

10.02.2023 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
2023 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

25.01.2023, протокол № 7

Зав. кафедрой  С.М. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
10.02.2023 г. протокол №

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:

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



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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 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 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

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. Технические средства сбора, обработки и передачи информации								
1.1 Основные понятия об информационно-измерительных системах.	5	2			2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	ПК-4.1
1.2 Метрологическое обеспечение технологических измерений.		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	10		10			
2. Основы автоматического управления технологическими процессами								
2.1 Классификация и виды систем автоматического управления.	5	2			2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Тестирование	ПК-4.1
2.2 Системы автоматического регулирования с типовыми регуляторами.		2	4		6	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к выполнению лабораторных работ	Устный опрос Лабораторные работы	ПК-4.1

2.3 Свойства систем автоматического регулирования.		2	4		6	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к выполнению лабораторных работ	Лабораторные работы Проверка инд. заданий	ПК-4.1
Итого по разделу		6	8		14			
3. Автоматизация технологических процессов								
3.1 Особенности построения и функции АСУ ТП.	5	2			3,3	Самостоятельное изучение учебной литературы	Тестирование	ПК-4.1
3.2 Автоматизация агломерационного производства.		2			4	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос Проверка инд. заданий	ПК-4.1
3.3 Автоматизация металлургических процессов		2			4,15	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 (модуля)

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). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=71.pdf&show=dcatalogues/1/1123963/71.pdf&view=true> (дата обращения: 18.09.2022). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM

2. 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: Издательство Юрайт, 2019. - 136с. - ISBN 978-5-534-09938-6 - Текст : электронный. - URL: <https://urait.ru/viewer/sistemy-upravleniya-tehnologicheskimi-processami-i-informacionnye-tehnologii-438994#page/1> (дата обращения: 18.09.2022).

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. Метрология. Теория измерений: учебник для академического бакалавриата / под общ. редакцией Т.И. Мурашкиной. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2019. - 167с. – ISBN 978-5-534-07295-2. - Текст : электронный. - URL: <https://urait.ru/viewer/metrologiya-teoriya-izmereniy-434719#page/1> (дата обращения: 18.09.2022).

3. Клепиков, В. В. Автоматизация производственных процессов : учеб. пособие / В.В. Клепиков, Н.М. Султан-заде, А.Г. Схиртладзе. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 208 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/18466. - ISBN 978-5-16-011109-4. - Текст : электронный. - URL: - <https://znanium.com/read?id=302903> (дата обращения: 18.09.2022). – Режим доступа: по подписке.

4. 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: 18.09.2022). – Режим доступа: по подписке.

5. Мухина, Е. Ю. Проектирование автоматизированных систем: конспект лекций : учебное пособие / Е. Ю. Мухина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1154.pdf&show=dcatalogues/1/1121181/1154.pdf&view=true> (дата обращения: 18.09.2022). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

6. Шишов, О. В. Технические средства автоматизации и управления : учебное пособие / О.В. Шишов. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 396 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015283-7. - Текст : электронный. - URL: - <https://znanium.com/read?id=359601> (дата обращения: 18.09.2022). – Режим доступа: по подписке.

7. 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). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=920.pdf&show=dcatalogues/1/1118913/920.pdf&view=true> (дата обращения: 18.09.2022). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

8. 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.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=2913.pdf&show=dcatalogues/1/1134463/2913.pdf&view=true> (дата обращения: 18.09.2022). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

9. 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.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=482.pdf&show=dcatalogues/1/1087745/482.pdf&view=true> (дата обращения: 18.09.2022). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется

печатный аналог.

10. 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: 18.09.2022). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

11. Парсункин, Б. Н. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки чугуна в доменных печах : учебное пособие / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев, Т. Г. Сухоносова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 215 с. : ил., табл., схемы, граф., диагр., номогр., эскизы. - ISBN 978-5-9967-1208-3. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3635.pdf&show=dcatalogues/1/1524803/3635.pdf&view=true> (дата обращения: 18.09.2022). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

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). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1156.pdf&show=dcatalogues/1/1121183/1156.pdf&view=true> (дата обращения: 18.09.2022). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM

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://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3507.pdf&show=dcatalogues/1/1514313/3507.pdf&view=true> (дата обращения: 18.09.2022). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

3. Индивидуальные задания по дисциплине «Автоматизация металлургических процессов». Приложение 3.

4. Требования к оформлению реферата. 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
----------------	--------

Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	http://ecsocman.hse.ru/
Университетская информационная система РОССИЯ	https://uisrussia.msu.ru
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»	http://scopus.com
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/

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.

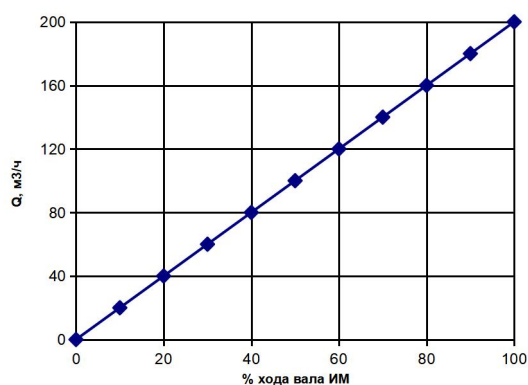
Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
Термоэлектрические преобразователи	<ol style="list-style-type: none"> 1. На каких явлениях основано действие термоэлектрических термометров? 2. Почему при подсоединении термопары к измерительному прибору, пользуются компенсационными проводами? 3. Как вводится поправка на температуру свободных концов термопары в автоматических и переносных потенциометрах, милливольтметрах? 4. Для каких термопар невозможно применение компенсационных проводов для введения поправки? 5. Пределы измерений стандартных термоэлектрических термометров?
Испытание и поверка вторичных приборов работающих в комплекте с термоэлектрическим преобразователем	<ol style="list-style-type: none"> 1. Каковы особенности методики проведения вторичного прибора Диск-250М? 2. Что такое основная и дополнительная погрешность прибора? 3. Какие погрешности необходимо рассчитать для того, чтобы сделать вывод о результатах поверки? 4. Для чего выполняют поверку прибора и что понимают под классом точности прибора? 5. Какие существуют виды поверок?
Термометры сопротивления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какой принцип действия у термометров сопротивления? 2. От чего зависит электрическое сопротивление проводника? 3. Какие преимущества у медного и у платинового термопреобразователей сопротивления? 4. Какое значение при измерении температуры имеет показатель тепловой инерции? 5. Каким параметром характеризуется чистота материала, идущего на изготовление термометра сопротивления?
Испытание и поверка вторичных приборов работающих в комплекте с термометрами сопротивления	<ol style="list-style-type: none"> 1. На чём основано действие термометров сопротивления? 2. Какие материалы используют для изготовления термометров сопротивления? 3. Какие приборы применяют в комплекте с термометрами сопротивления? 4. Достоинства и недостатки неравновешенных мостов. 5. Для чего выполняют поверку прибора и что понимают под классом точности прибора?
Пирометры	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какая температура называется яркостной температурой? 2. Как определить действительную температуру тела, зная яркостную температуру? 3. Устройство пирометров частичного излучения 4. Что такое цветовая температура? 5. Как смещается максимум кривой распределения спектральной энергетической яркости с увеличением температуры абсолютно чёрного тела?
Преобразователи серии Метран	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принцип действия преобразователей серии Метран? 2. Какие существуют модификации преобразователей серии Метран? 3. Порядок проведения поверки преобразователей? 4. Какие технологические параметры измеряются преобразователями серии Метран? 5. Принцип действия тензометрического датчика.
Расходомеры	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислить методы измерения расхода. 2. Измерение расхода методом постоянного перепада давления? 3. Измерение расхода методом переменного перепада давления? 4. Измерение расхода по динамическому давлению?

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	5. Виды сужающих устройств?
Экспериментальное определение статической характеристики объекта управления	1. Что такое статическая характеристика объекта управления? 2. Какой режим системы управления является установившемся? 3. Определение коэффициента передачи объекта? 4. Чем отличается коэффициент передачи объекта от коэффициента усиления? 5. Порядок определения экспериментальных точек статической характеристики.
Экспериментальное определение динамической характеристики объекта управления	1. Дать определение динамической характеристики объекта управления. 2. Перечислить динамические параметры объекта управления. 3. Дать определение Коб. 4. Дать определение То. 5. Дать определение тз.
Переходный процесс в системе управления	1. Что такое переходный процесс? 2. Типы переходных процессов в системе управления? 3. Перечислите показатели качества переходных процессов. 4. В каком режиме управления снимают переходный процесс? 5. 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, $T_0 = 25$ 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 (указаны 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
4	10	60	2
5	20	70	0,5

Пример вариантов индивидуальных заданий

Задание 1. Расчет коэффициентов статической характеристики объекта управления методом наименьших квадратов. $Y(X) = a + bX$ - уравнение линии регрессии.

Система уравнений для расчета коэффициентов уравнения линии регрессии:

$$\sum_{i=1}^n Y_i = na + b \sum_{i=1}^n X_i$$

$$\sum_{i=1}^n Y_i X_i = a \sum_{i=1}^n X_i + b \sum_{i=1}^n X_i^2$$

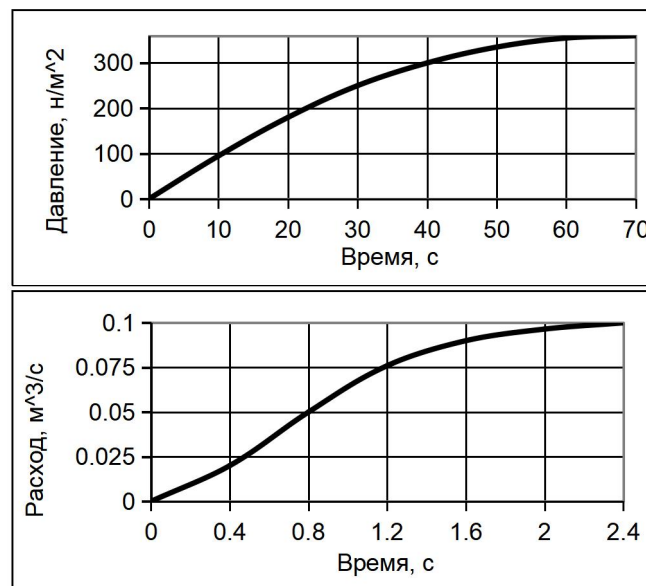
Построить график статической характеристики, где точками показать экспериментальные значения, а линией – расчетную линию регрессии.

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
91,3	33,9

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 разлива 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. Основной закон, который лежит в основе работы термопары?
 - а) закон Планка;
 - б) закон Томсона;
 - в) закон Пельтье.
6. Сколько спаев бывает у термопары?
 - а) 1;
 - б) 2;
 - в) 3;
 - г) зависит от условий измерения.
7. Какие спаи термопары помещаются в измерительную среду?
 - а) рабочие;
 - б) холодные;
 - в) горячие;
 - г) свободные.
8. Для чего вводят поправку на температуру холодных спаев, чтобы?
 - а) температура холодных спаев была ноль;
 - б) температура холодных спаев была равна температуре горячих спаев.
9. Какой метод измерения лежит в основе работы пирометров?
 - а) контактный;
 - б) бесконтактный;
 - в) прямой

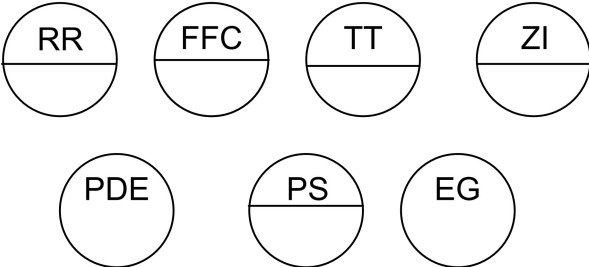
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

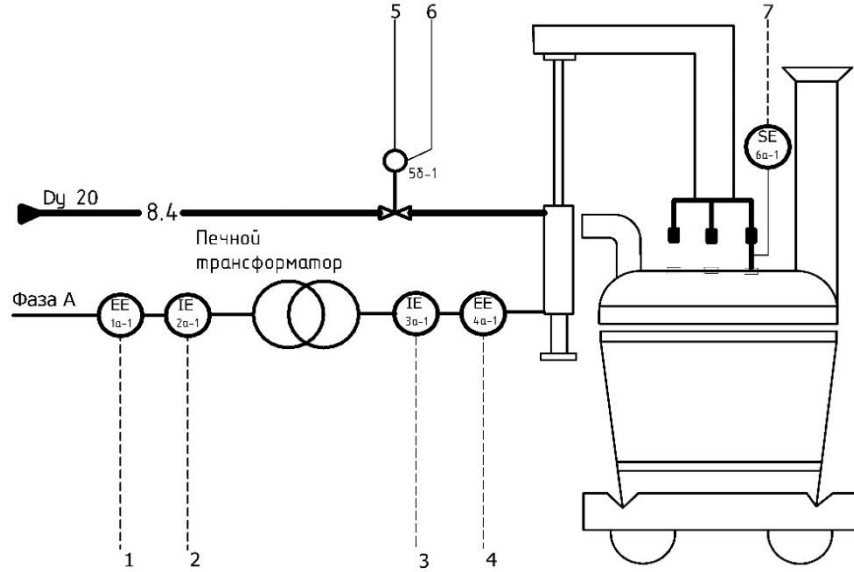
а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

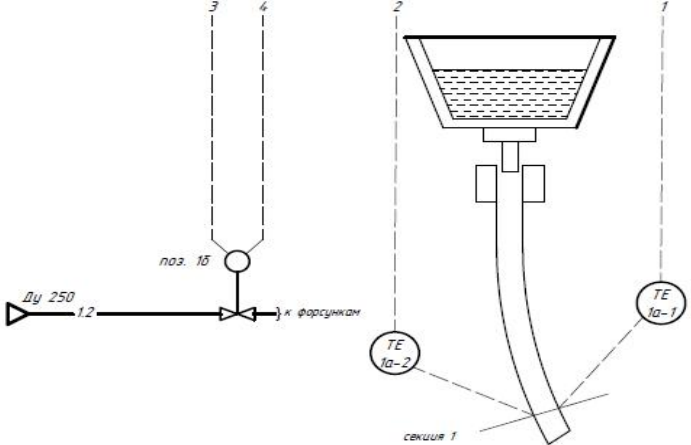
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-4 Способен выполнять задачи по оценке сырья и металлургической продукции, корректировать и контролировать производственный процесс		
ПК 4.1	Оценивает сырье и металлургическую продукцию, корректирует и контролирует производственный процесс с обоснованием принятых технологических и технических мер	<p><i>Перечень теоретических вопросов к зачету:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 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 типовых регуляторов. 22. Показатели качества регулирования. 23. Система автоматического регулирования (САР). Контур регулирования.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>24. Классификация систем регулирования и управления: АСУ, АСУП, АСУТП.</p> <p>25. Использование ЭВМ для формирования различных законов регулирования. Промышленные контроллеры и управляющие ЭВМ.</p> <p>26. Функции и назначение АСУ ТП.</p> <p>27. Проблемы управления теплоэнергетическими процессами.</p> <p>28. Принципы оптимального планирования и управления.</p> <p>29. Применение информационных и вычислительных сетей для совершенствования металлургических технологий и управления теплотехническими объектами.</p> <p>30. Функциональные схемы автоматизации тепловых процессов.</p> <p>31. Структура современной системы управления производством. Уровни структуры, основные выполняемые функции</p> <p>32. Уровень получения информации об объекте, состав уровня, программные и технические средства уровня.</p> <p>33. Уровень управления. Информационные связи уровня с другими уровнями иерархии.</p> <p>34. Уровень диспетчеризации процесса управления. Задачи уровня. Структура программных средств уровня.</p> <p>35. Программные средства автоматизированной обработки и отображения параметров технологического процесса, состав и структура средств.</p> <p>36. Основные характеристики программных средств накопления и поиска информации. Структура и классификация баз данных.</p> <p>37. Программные средства автоматизированного сбора и передачи информации, сети передачи данных.</p> <p>38. Информационные технологии объединения (связывания) источников данных, единое информационное пространство.</p> <p>39. Методы связывания и передачи данных на уровне операционных систем. Сервера передачи данных.</p> <p>40. Назначение и структура автоматизированного технологического комплекса. Элементы структуры, назначение и состав.</p> <p>41. Метрологические характеристики. Неметрологические характеристики</p> <p>42. Структурные схемы и свойства средств измерения</p> <p>43. Обработка результатов измерения</p> <p>44. Измерение неэлектрических величин. Классификация</p> <p>45. Измерение температуры термометрами сопротивления (пределы измерения, градуировки). Требования, предъявляемые к материалу</p> <p>46. Преобразователи неэлектрических величин. Металлические термометры сопротивления</p> <p>47. Преобразователи неэлектрических величин. Полупроводниковые термометры</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>сопротивления</p> <p>48. Преобразователи неэлектрических величин. Термоэлектрические преобразователи</p> <p>49. Стандартные термоэлектрические преобразователи (пределы измерения, градуировки, материал электродов)</p> <p>50. Способы исключения влияния температуры свободных концов термопар. Требования, предъявляемые к материалам, термопар</p> <p>51. Преобразователи неэлектрических величин. Пирометры</p> <p>52. Методы и средства измерения расхода</p> <p>53. Преобразователи серии МЕТРАН</p> <p>54. Методы и средства измерения уровня</p>
		<p>Примеры практических заданий для зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 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.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Примеры задач к зачету:</p> <p>Задача 1. Используя ГОСТ 21.208-2013 дать расшифровку следующим условным обозначениям средств автоматизации:</p> <div style="text-align: center;">  <p>The image shows six circular symbols, each divided horizontally. The top half contains a two-letter code, and the bottom half is empty. The codes are: RR, FFC, TT, ZI (top row); PDE, PS, EG (bottom row).</p> </div> <p>Задача 2. Используя ГОСТ 21.408-2013 составить перечень основных рабочих чертежей проекта по АСУ ТП.</p> <p>Задача 3. Используя ГОСТ 21.208-2013 пояснить объем технических средств на предложенной схеме автоматизации:</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																																
		 <table border="1" data-bbox="1120 845 1792 1356"> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4 A</td> <td>110 кВ</td> <td>10...15 кА</td> <td>300...400 В</td> <td></td> <td>12 МПа</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Приборы по месту</td> <td></td> <td></td> <td>ET 3a-1</td> <td>ET 4a-1</td> <td></td> <td>PT 6a-1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Гидравлическая установка</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>BC</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Станция децентрализованной периферии</td> <td>ДПЗ</td> <td>Vi</td> <td>Vi</td> <td>Vi</td> <td>Vi</td> <td>Vo</td> <td>Vi</td> </tr> <tr> <td>Регулирующий контроллер</td> <td>РК</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Станция визуализации</td> <td>ЭВМ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Наименование параметра</td> <td colspan="7">Регулирование электрического режима</td> </tr> </table> <p data-bbox="940 1364 1948 1428">Задача 4. Используя ГОСТ 21.208-2013 пояснить объем технических средств на предложенной схеме автоматизации:</p>		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	ET 4a-1		PT 6a-1		Гидравлическая установка					BC			Станция децентрализованной периферии	ДПЗ	Vi	Vi	Vi	Vi	Vo	Vi	Регулирующий контроллер	РК							Станция визуализации	ЭВМ							Наименование параметра	Регулирование электрического режима						
	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	ET 4a-1		PT 6a-1																																																												
Гидравлическая установка					BC																																																													
Станция децентрализованной периферии	ДПЗ	Vi	Vi	Vi	Vi	Vo	Vi																																																											
Регулирующий контроллер	РК																																																																	
Станция визуализации	ЭВМ																																																																	
Наименование параметра	Регулирование электрического режима																																																																	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																		
		 <p>The diagram shows a burner system. On the left, a fuel line with diameter $\text{Ду } 250$ and length 1.2 leads to a nozzle labeled "ноз. 1б" and "форсунок". The burner assembly consists of a burner head (2) and a burner body (1). Two temperature sensors are indicated: TE 1a-2 is located at the burner body, and TE 1a-1 is located at the burner head. A section of the burner body is labeled "секция 1".</p> <table border="1" data-bbox="1243 1125 1921 1316"> <tr> <td data-bbox="1243 1125 1438 1189">Регулирующий контроллер</td> <td data-bbox="1438 1125 1534 1189">1 4...20 мА</td> <td data-bbox="1534 1125 1630 1189">2 4...20 мА</td> <td data-bbox="1630 1125 1727 1189">3 4...20 мА</td> <td data-bbox="1727 1125 1823 1189">4 Bo</td> <td data-bbox="1823 1125 1921 1189">Bo РМК</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1243 1189 1438 1252">Станция визуализации</td> <td colspan="4"></td> <td data-bbox="1823 1189 1921 1252">Bo ЗВМ</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1243 1252 1438 1316">Параметр</td> <td colspan="5" data-bbox="1438 1252 1921 1316">Температура</td> </tr> </table>	Регулирующий контроллер	1 4...20 мА	2 4...20 мА	3 4...20 мА	4 Bo	Bo РМК	Станция визуализации					Bo ЗВМ	Параметр	Температура				
Регулирующий контроллер	1 4...20 мА	2 4...20 мА	3 4...20 мА	4 Bo	Bo РМК															
Станция визуализации					Bo ЗВМ															
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:

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

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

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

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

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

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:

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

Полученная статическая характеристика приведена на рисунке:

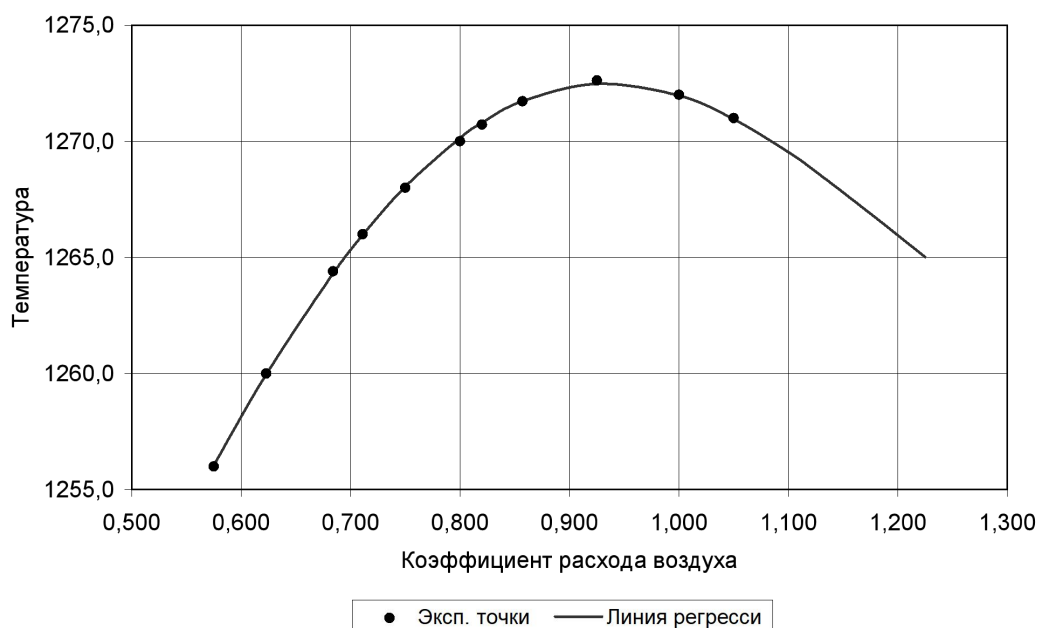


Рисунок – Статическая характеристика

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.

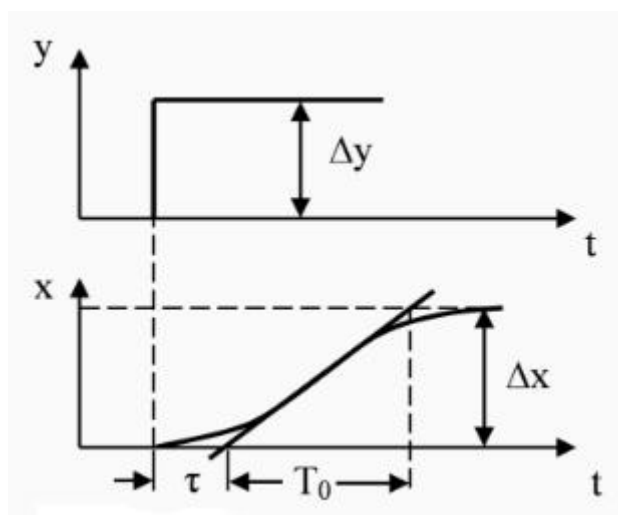


Рисунок 1 – Переходная характеристика объекта.

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:

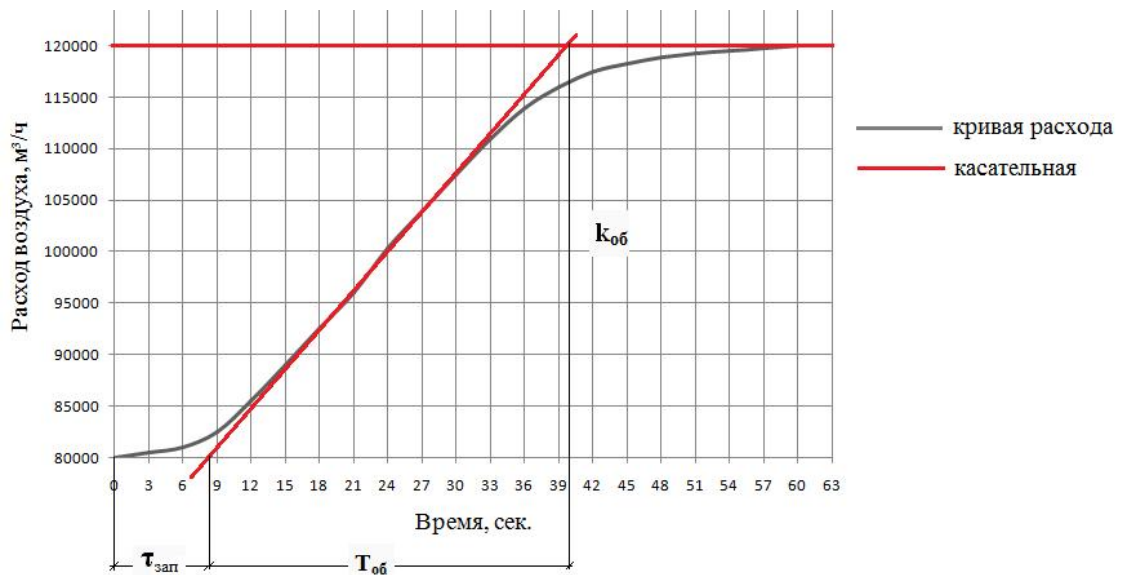


Рисунок 2 – График для определения динамических параметров объекта управления
 Коэффициент передачи объекта $k_{\text{об}}$ находим по формуле:

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

где ΔX – изменение входной величины;

ΔY – изменение выходной величины.

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

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

$$\tau_{\text{зап}} = 8 \text{ сек.}$$

$$T_{\text{об}} = 32 \text{ сек.}$$

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.

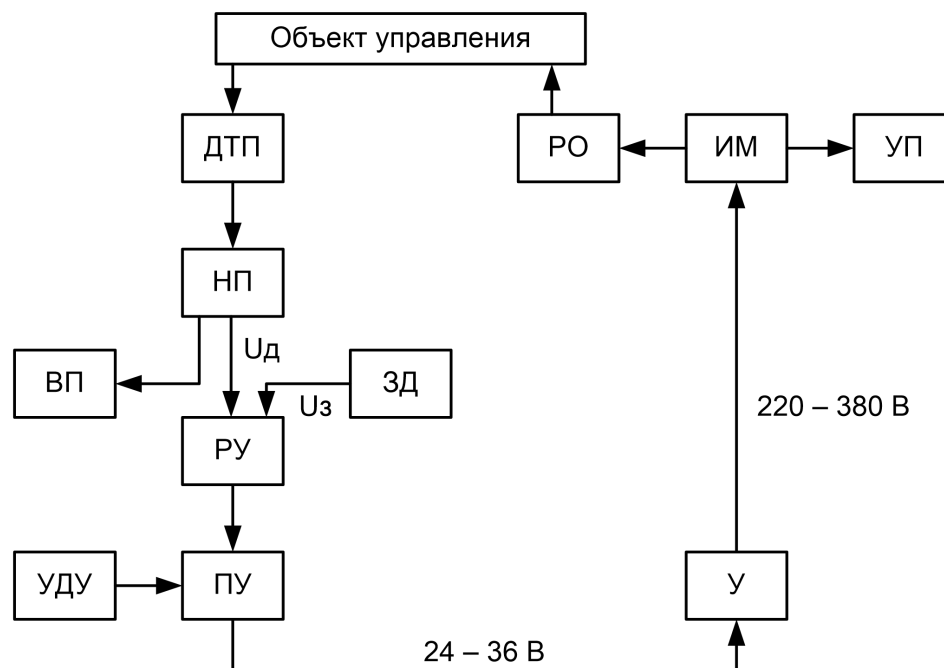


Рисунок 1 – Структурная схема САР

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 управлением 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_R , 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_R статическая ошибка уменьшается, но уменьшается и устойчивость системы. Поэтому в промышленных системах типа в чистом виде П - регулятор используется редко.

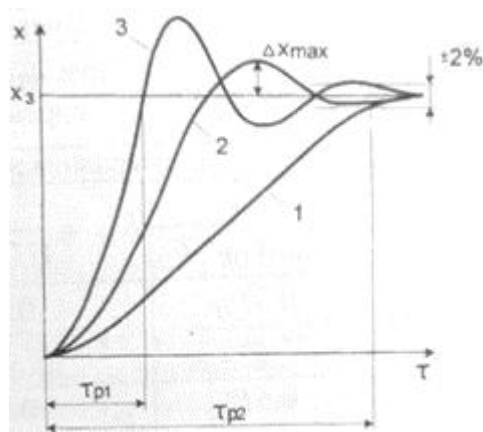
Интегральный регулятор иногда называют астатическим. T_I – время интегрирования – это настроечный параметр регулятора. Время интегрирования T_I – это время, за которое выходная величина, изменяясь с постоянной скоростью, достигнет значения входной величины, если обе величины измеряются в одних единицах.

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_R , $T_{из}$, 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 – апериодический процесс с минимальным временем регулирования; 2 – 20 % перерегуливание; 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 – апериодический 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		
	апериодический	20% перерегуливание	Минимум I'
Объекты с самовыравниванием (статические)			
И	$K_{И} = \frac{1}{4,2K_{ОБ} \cdot T_{О}}$	$K_{И} = \frac{1}{1,7K_{ОБ} \cdot T_{О}}$	$K_{И} = \frac{1}{1,7K_{ОБ} \cdot T_{О}}$
П	$K_{P} = \frac{0,3T_{О}}{K_{ОБ} \cdot \tau_{3}}$	$K_{P} = \frac{0,7T_{О}}{K_{ОБ} \cdot \tau_{3}}$	$K_{P} = \frac{0,9T_{О}}{K_{ОБ} \cdot \tau_{3}}$
ПИ	$K_{P} = \frac{0,6T_{О}}{K_{ОБ} \cdot \tau_{3}}$ $T_{И} = 0,6T_{О}$	$K_{P} = \frac{0,7T_{О}}{K_{ОБ} \cdot \tau_{3}}$ $T_{И} = 0,7T_{О}$	$K_{P} = \frac{T_{О}}{K_{ОБ} \cdot \tau_{3}}$ $T_{И} = T_{О}$
ПИД	$K_{P} = \frac{0,95T_{О}}{K_{ОБ} \cdot \tau_{3}}$ $T_{И} = 2,4\tau_{3}$ $T_{П} = 0,4\tau_{3}$	$K_{P} = \frac{1,2T_{О}}{K_{ОБ} \cdot \tau_{3}}$ $T_{И} = 2,0\tau_{3}$ $T_{П} = 0,4\tau_{3}$	$K_{P} = \frac{1,4T_{О}}{K_{ОБ} \cdot \tau_{3}}$ $T_{И} = 1,3\tau_{3}$ $T_{П} = 0,5\tau_{3}$

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
- $0,2 < \tau_{зап} / T_{об} < 1,0$ - регулятор непрерывного действия
- $\tau_{зап} / T_{об} > 1,0$ - многоконтурная система регулирования

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

(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

$$T_{\text{об}} / \tau_{\text{зап}} = 32 / 8 = 4$$

(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.ехе.

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. / Ю.Д. 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 «Электроника 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 МВА). — 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

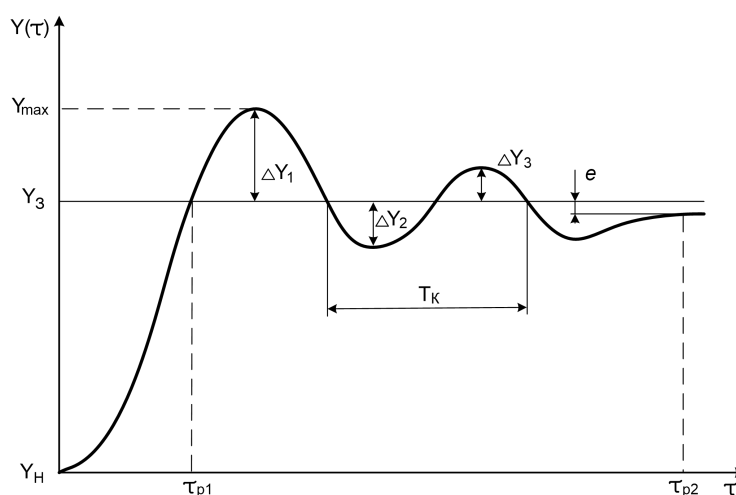


Рисунок 2 – Пример графика функциональной зависимости

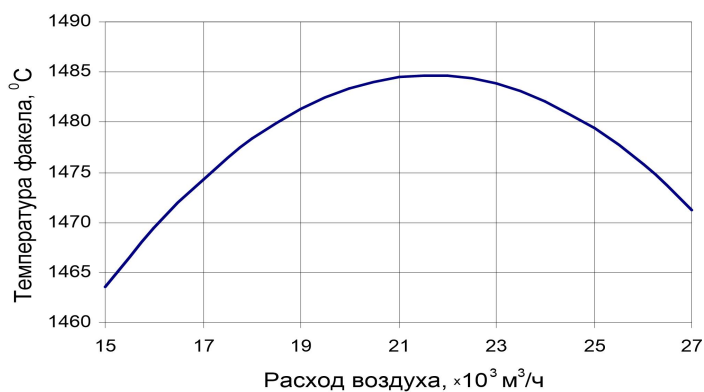


Рисунок 3 – Пример графика количественной зависимости

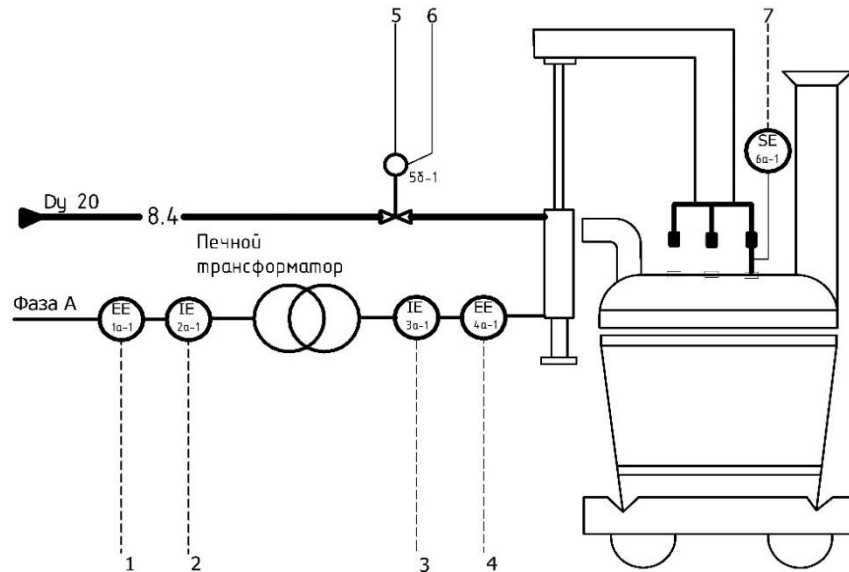
Плотность ρ в килограммах на кубический метр вычисляют по формуле

$$\rho = m / V, \quad (1.1)$$

где m - масса образца, кг;

V - объем образца, м³.

Рисунок 4 - Пример оформления формулы



	1	2	3	4	5	6	7
Приборы по месту			ET 38-1 E/E	ET 48-1 E/E		PT 5a-1 E/E	
Гидравлическая установка					BC		
Станция децентрализованной периферии	ДПЭ Vi Vi Vi Vi Vi Vi Vi						
Регулирующий контроллер	РК						
Станция визуализации	ЭВМ						
Наименование параметра	Регулирование электрического режима						

Рисунок 5 – Пример выполнения схемы автоматизации