



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов  
09.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ  
ПРОИЗВОДСТВА ЧУГУНА В ДОМЕННЫХ ПЕЧАХ***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Металлургия

Направленность (профиль/специализация) программы  
Управление металлургическими предприятиями и технологическими процессами

Уровень высшего образования - бакалавриат

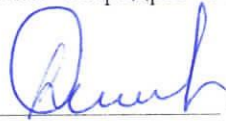
Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск  
2023 год

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

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий  
08.02.2023, протокол № 5

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
09.02.2023 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры МиХТ, канд. техн. наук

 И.В. Макарова

Рецензент:  
доцент кафедры ЛПиМ, канд. техн. наук

 И.В. Михалкина

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

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

Целями освоения дисциплины "Управление технологическими процессами производства чугуна в доменных печах" являются: формирование у обучающихся овладение представлениями, знаниями, умениями и навыками в соответствии с видом профессиональной деятельности: осуществление управления металлургическими процессами на примере доменного процесса, осуществление контроля технологического процесса выплавки чугуна в доменных печах; выполнение мероприятий по обеспечению качества чугуна в соответствии с требованием потребителя; организация эффективной работы доменных печей; проведение анализа эффективности и результативности работы доменных печей.

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

Дисциплина «Управление технологическими процессами производства чугуна в доменных печах» входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Компьютерные методы проектирования элементов металлургических печей

Основы металлургического производства

Компьютерные методы проектирования металлургических цехов

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

Научно-исследовательская работа

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Управление технологическими процессами производства чугуна в доменных печах» 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
ПК-6	Способен осуществлять управление технологическим процессом по получению металлургической продукции
ПК-6.1	Осуществляет управление технологическим процессом по получению металлургической продукции

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

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

- контактная работа – 63,8 акад. часов;
- аудиторная – 60 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,8 акад. часов;
- самостоятельная работа – 8,5 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Управление процессом выпуска жидких продуктов плавки								
1.1 Подготовка к выпуску, собственно выпуск жидких продуктов плавки	6	1			0,5	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Устный опрос, выполнение контрольной работы №1	ПК-4.1, ПК-6.1
1.2 График выпусков чугуна и шлака		1		4	0,5	Выполнение расчета "Расчет графика выпусков для доменный печей различного объема"	Отчет по выполненному расчету	ПК-4.1, ПК-6.1
1.3 Неполадки при выпуске жидких продуктов плавки		1			0,5	Изучение теоретического материала	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-6.1
Итого по разделу		3		4	1,5			
2. Управление вспомогательными процессами доменного								
2.1 Управление системой шихтоподдачи	6	3		6	0,3	Изучение теоретического материала	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-6.1
2.2 Управление системой подачи дутья в доменную печь		2			0,3	Проработка лекционного материала	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-6.1
2.3 Управление системой очистки колошниковога газа		4		6	0,3	Изучение теоретического материала	Выполнение контрольной работы №2	ПК-4.1, ПК-6.1

2.4 Управление системой охлаждения доменной печи		2			0,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-6.1
Итого по разделу		11		12	1,2			
3. Управление процессами кратковременных и длительных остановок								
3.1 Управление процессом задувки доменной печи	6	2			0,2	Поиск дополнительной информации по теме занятия	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-6.1
3.2 Остановка печи: кратковременная, длительная и вынужденная		1			0,2	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-6.1
3.3 Пуск печи после остановки		1			0,2	Подготовка докладов по теме "Остановка доменной печи"	Представление презентаций по теме доклада	ПК-4.1, ПК-6.1
3.4 Основные виды аварий		1			0,2	Подготовка и оформление результатов лабораторной работы №3	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-6.1
3.5 Выдувка и ремонт печи		1			0,2	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Выполнение контрольной работы №3	ПК-4.1, ПК-6.1
3.6 Реконструкция доменных печей		1			0,5	Проработка лекционного материала	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-6.1
Итого по разделу		7			1,5			
4. Управление ходом доменной плавки								
4.1 Контроль и регулирование технологических параметров	6	3		4	0,6	Выполнение самостоятельной работы "Оценка схода шихтовых материалов по показаниям КИП"	Отчет по выполненной самостоятельной работе	ПК-4.1, ПК-6.1
4.2 Способы воздействия на ход печи		3		4	1,7	Изучение теоретического материала	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-6.1
4.3 Расстройства хода доменной плавки и способы их устранения		3		6	2	Изучение теоретического материала	Выполнение контрольных работ №4,5	ПК-4.1, ПК-6.1
Итого по разделу		9		14	4,3			
Итого за семестр		30		30	8,5		экзамен	
Итого по дисциплине		30		30	8,5		экзамен	

## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Управление технологическими процессами производства чугуна в доменных печах» используются как традиционная и модульно-компетентностная технологии, так и технология проблемного обучения.

С целью реализации компетентностного подхода, а также формирования и развития профессиональных навыков обучающихся реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;

самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы;

формирование и развитие профессиональных навыков обучающихся на практических занятиях.

На занятиях целесообразно использовать технологию коллективного взаимообучения, совмещая ее с технологией проблемного обучения. При этом необходимо повышать познавательную активность студентов, организуя самостоятельную работу как исследовательскую творческую деятельность.

Лекции проходят как форме информационных лекций, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается обучающимся для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия. Иногда лекции проходят в виде проблемной лекции с освещением различных научных подходов к поставленной проблеме.

В изложении лекционного материала и при проведении практических занятий предполагается переход от репродуктивных методов обучения к частично-поисковым и исследовательским методам, развивающим логическое, теоретическое мышление, умение аргументировать и отстаивать собственное понимание вопроса. С этой целью возможно использование методов эвристических вопросов и брэйнсторминга (мозговой атаки).

В ходе занятий предполагается использование комплекса инновационных методов активного обучения студентов, включающего в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем;

- самостоятельную поисковую деятельность в решении учебных проблем, направляемую преподавателем;

- самостоятельное решение проблем студентами под контролем преподавателя.

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- инструктаж студентов по составлению таблиц, схем, графиков с проведением последующего их анализа;

- применение рекомендаций по составлению тезисов и конспектов по прочитанному материалу;

- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;

- демонстрация альтернативных подходов к решению конкретной проблемы;

- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости;
- использование заданий для самостоятельной работы с избыточными данными.

Самостоятельная работа студентов должна быть направлена на закрепление теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к занятиям, подготовку к итоговой аттестации.

При проведении заключительного контроля необходимо выявить степень правильности, объема, глубины знаний, умений, навыков, полученных при изучении курса наряду с выявлением степени самостоятельности в применении полученных знаний.

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

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

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

1. Шайнович, О.И. Индустриальные системы и оборудование в металлургии : учебное пособие / О.И. Шайнович. — Москва : МИСИС, 2011. — 144 с. — ISBN 978-5-87623-502-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117401>

2. Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90165>

## **б) Дополнительная литература:**

1. Ивлев, С.А. Металлургические технологии. Металлургия чёрных металлов : учебное пособие / С.А. Ивлев, М.П. Клюев. — Москва : МИСИС, 2017. — 45 с. — ISBN 978-5-906846-57-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108106>

2. Зиганшин, М.Г. Проектирование аппаратов пылегазоочистки : учебное пособие / М.Г. Зиганшин, А.А. Колесник, А.М. Зиганшин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 544 с. — ISBN 978-5-8114-1681-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/53696> .

3. Бабарыкин Н.Н. Теория и технология доменного процесса. Магнитогорск, 2010.

4. Металлургия чугуна. Учебник для ВУЗов. Под ред. Ю. С. Юсфина. -М.: Металлургия, 2004. Раздел: Эксплуатация доменных печей. С. 702-754.

## **в) Методические указания:**

1. Контроль хода, организация и регулирование доменной плавки. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Эксплуатация доменных печей» / Дружков В.Г., Ваганов А.И., Сибатуллин С.К. – Магнитогорск: МГМА, 2009, 9 с.

2. Состояние футеровки печи после выдувки ее на ремонт (стенд, ауд.033).

3. Сибатуллин С.К., Ваганов А.И., Прохоров И.Е., Майорова Т.В. Расчёт



технических показателей доменной плавки. Магнитогорск: МГТУ, 2011. – 74 с.

4. Сибатуллин С.К., Харченко А.С. Анализ причин изменения удельного расхода кокса и производительности доменной печи по производственным данным. Магнитогорск: ФГБОУ ВПО “МГТУ им. Г.И. Носова”. 2011. – 18 с.

5. Сибатуллин С.К. Определение удельного расхода кокса и производительности доменной печи при изменении условий работы. Магнитогорск: ГОУ ВПО “МГТУ им. Г.И. Носова”, 2009. – 13 с.

6. Сибатуллин С.К., Ваганов А.И., Коноплёв А.Д. Распределение материалов по окружности в колошниковом пространстве доменной печи. Инструкция. Магнитогорск: ФГБОУ ВПО “МГТУ им. Г.И. Носова”. 2011. – 15 с.

7. Ваганов А.И., Сибатуллин С.К., Макарова И.В., Коноплёв А.Д. Распределение материалов на колошнике доменной печи при загрузке с использованием колошниковых плит. Инструкция. Магнитогорск: ГОУ ВПО “МГТУ им. Г.И. Носова”, 2008. – 10 с.

8. Кропотов В.К., Ваганов А.И., Коноплёв А.Д., Макарова И.В. Изучение распределения давления шихты в моделях. Методические указания для выполнения лабораторных работ. Магнитогорск: ГОУ ВПО “МГТУ им. Г.И. Носова”, 2005. – 18 с.

#### 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	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно
Браузер Yandex	свободно	бессрочно

##### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services,	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
  - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
  - инструментами для ремонта учебного оборудования;
  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Вопросы для самопроверки представлены в виде практико-ориентированных заданий для выполнения расчетов по управлению металлургических процессов, для оценки умения использования производственных и технологических данных контроля и управления ходом и работой доменной печи и оборудования. Также вопросы для самопроверки представлены теоретическими вопросами, требующие развёрнутого устного ответа, позволяющие проверить уровень усвоения знаний и освоения общих и профессиональных компетенций по дисциплине.

По дисциплине «Управление технологическими процессами производства чугуна в доменных печах» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач.

### Примерные вопросы для устного опроса по изучаемым темам

- Состав доменных цехов. Основное и вспомогательное оборудование.
- Типы доменных цехов по взаимному расположению оборудования.
- Особенности расположения оборудования относительно доменной печи в доменном цехе блочного типа.
- Особенности расположения оборудования относительно доменной печи в доменном цехе островного типа.
- Службы доменных цехов.
- Транспортные потоки доменного цеха.
- Определение задувки доменной печи.
- Этапы задувки.
- Функции и особенности приемки оборудования.
- Функции и особенности сушка воздушнонагревателей и доменной печи. Необходимая продолжительность сушки.
- Функции и особенности подготовка горна к загрузке задувочной шихты.
- Литейный двор доменной печи. Назначение.
- Определение выпуска жидких продуктов плавки из горна доменной печи.
- Подготовка к выпуску.
- Открытие чугунной летки. Используемое оборудование. Принцип работы.
- Разделение чугуна и шлака на литейном дворе доменной печи. Схема.
- Продолжительность выпуска. Особенности.
- Закрытие чугунной летки. Используемое оборудование. Принцип работы.
- Понятие графика выпуска жидких продуктов плавки.
- Подготовка литейного двора к выпуску жидких продуктов плавки.
- Возможные неполадки и аварийные ситуации при выпуске чугуна и шлака.
- Назначение и устройство бункерной эстакады.
- Подача шихтовых материалов на колошник доменной печи.
- Чтение представленных схем

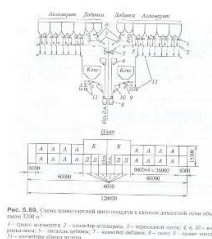


Рис. 5.65. Схема доменного цеха блочного типа. А – доменная печь; Б – бункерная эстакада; В – воздушнонагреватель; Г – доменная печь; Д – доменная печь; Е – доменная печь; Ж – доменная печь; З – доменная печь; И – доменная печь; К – доменная печь; Л – доменная печь; М – доменная печь; Н – доменная печь; О – доменная печь; П – доменная печь; Р – доменная печь; С – доменная печь; Т – доменная печь; У – доменная печь; Ф – доменная печь; Ц – доменная печь; Ч – доменная печь; Ш – доменная печь; Щ – доменная печь; Э – доменная печь; Ю – доменная печь; Я – доменная печь.

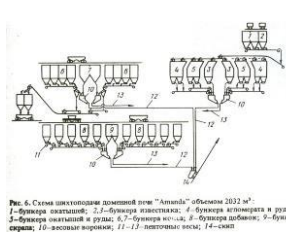


Рис. 5.66. Схема доменного цеха островного типа. А – доменная печь; Б – бункерная эстакада; В – воздушнонагреватель; Г – доменная печь; Д – доменная печь; Е – доменная печь; Ж – доменная печь; З – доменная печь; И – доменная печь; К – доменная печь; Л – доменная печь; М – доменная печь; Н – доменная печь; О – доменная печь; П – доменная печь; Р – доменная печь; С – доменная печь; Т – доменная печь; У – доменная печь; Ф – доменная печь; Ц – доменная печь; Ч – доменная печь; Ш – доменная печь; Щ – доменная печь; Э – доменная печь; Ю – доменная печь; Я – доменная печь.

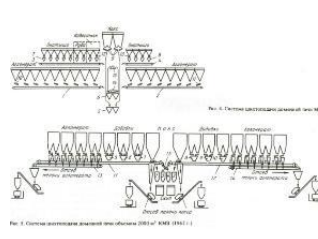
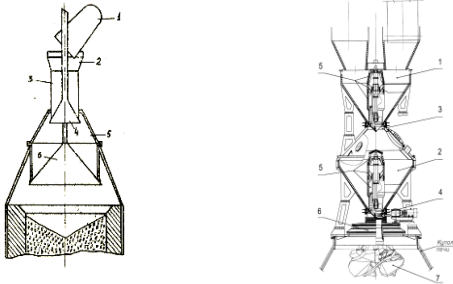
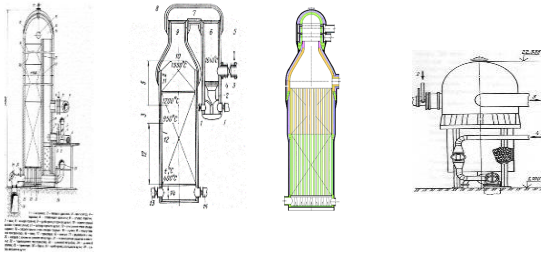


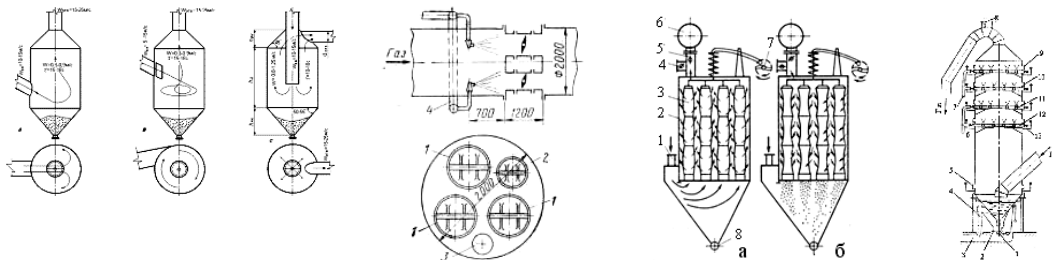
Рис. 5.67. Схема доменного цеха островного типа. А – доменная печь; Б – бункерная эстакада; В – воздушнонагреватель; Г – доменная печь; Д – доменная печь; Е – доменная печь; Ж – доменная печь; З – доменная печь; И – доменная печь; К – доменная печь; Л – доменная печь; М – доменная печь; Н – доменная печь; О – доменная печь; П – доменная печь; Р – доменная печь; С – доменная печь; Т – доменная печь; У – доменная печь; Ф – доменная печь; Ц – доменная печь; Ч – доменная печь; Ш – доменная печь; Щ – доменная печь; Э – доменная печь; Ю – доменная печь; Я – доменная печь.



- Устройство и работа воздухонагревателей доменной печи.
- Типы воздухонагревателей доменной печи. Принцип работы.
- Описать принцип действия представленного оборудования.
- Оборудование для формирования горячего дутья
- Состав доменного дутья.
- Порядок расположения оборудования по формированию дутья.
- Схема подачи дутья в доменную печь. Особенности работы оборудования.



- Схема очистки доменного газа. Подробно о грубой очистке. Аппараты, принцип действия.
- Схема очистки доменного газа. Подробно о полутонкой очистке. Аппараты, принцип действия.
- Схема очистки доменного газа. Подробно о тонкой очистке. Аппараты, принцип действия трубы Вентури.
- Схема очистки доменного газа. Подробно о тонкой очистке. Аппараты, принцип действия электрофильтра.
- Схема очистки доменного газа. Подробно о тонкой очистке. Аппараты, принцип действия дроссельной группы.
- Схема очистки доменного газа. Аппараты, принцип действия ГУБТ.
- Описать принцип действия представленного оборудования



- Назначение и устройство системы охлаждения доменной печи.

- Типы холодильников доменной печи.
- Виды охлаждающих реагентов. Достоинства и недостатки.
- Охлаждаемая и неохлаждаемая часть доменной печи.
- Места установки различных типов холодильников.
- Охлаждение лещади доменной печи. Особенности.
  - Понятие ровного хода доменной печи. Причины нарушения его.
  - Датчики, место расположения их для замера количества дутья и давления горячего дутья. Характер диаграмм при ровном ходе печи.
  - Контроль работы печи по визуальным наблюдениям.
  - Расположение датчиков и места отбора импульса для замера температуры и давления колошникового газа. Характерные диаграммы при ровном ходе печи и расстройствах его.
  - Контроль уровня и очертания поверхности засыпи.
  - Причины нижних подвисаний шихты. Пути снижения их вероятностей.
  - Перечислить виды расстройств хода доменной плавки. Подробно о загромождении горна: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
  - Перечислить виды расстройств хода доменной плавки. Подробно о верхних подвисаниях: причины, признаки, методы предупреждения и устранения
  - Перечислить виды нарушения газораспределения в доменной печи. Подробно о периферийном ходе: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
  - Перечислить виды нарушения газораспределения в доменной печи. Подробно о канальном ходе: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
  - Методы регулирования доменной плавкой “сверху”. Подробно о режиме загрузки: масса подачи, система, уровень засыпи.
  - Методы регулирования доменной плавки “сверху”. Подробно о регулировании рудной нагрузкой и регулировании окружного распределения “ВРШ”.
  - Перечислить методы регулирования хода доменной печи “сверху”. Подробно о новых способах регулирования: переменный уровень засыпи, ступенчатое открывание большого конуса, применение подвижных плит колошника
  - Перечислить методы регулирования доменной плавки “снизу”. Подробно о регулировании расходом дутья и соотношением природный газ- технологический кислород.
  - Нижние подвисания шихты. Причины, пути снижения их вероятности.
  - Анализ работы доменной печи по диаграмме изменения содержания  $\text{CO}_2$  по сечению колошника.
  - Анализ работы доменной печи по диаграмме изменения температуры газа по сечению колошника
  - Необходимость кратковременных остановок доменных печей: примеры.
  - Необходимость длительных остановок доменных печей: примеры.
  - Необходимость вынужденных остановок доменных печей: примеры.

### **Примерные контрольные работы**

#### **Контрольная работа №1 «Управление процессом выпуска жидких продуктов»**

- Назначение и устройство чугунной и шлаковой леток доменной печи.
- Подготовка к выпуску жидких продуктов плавки.
- Собственно выпуск жидких продуктов плавки.
- Разделение чугуна и шлака на литейном дворе.
- Закрытие чугунной летки.
- Принцип расчета рационального количества выпусков при известном  $\tau$  выпуска.
- Способы переработки огненно-жидкого шлака.

### **Контрольная работа №2 «Управление процессом очистки колошниковога газа»**

- Схема очистки доменного газа. Подробно о грубой очистке. Аппараты, принцип действия.
- Схема очистки доменного газа. Подробно о полутонкой очистке. Аппараты, принцип действия.
- Схема очистки доменного газа. Подробно о тонкой очистке. Аппараты, принцип действия трубы Вентури.
- Схема очистки доменного газа. Подробно о тонкой очистке. Аппараты, принцип действия электрофилтра.
- Схема очистки доменного газа. Подробно о тонкой очистке. Аппараты, принцип действия рукавного.
- Схема очистки доменного газа. Подробно о тонкой очистке. Аппараты, принцип действия дроссельной группы.
- Схема очистки доменного газа. Подробно о тонкой очистке. Аппараты, принцип действия ГУБТ.

### **Контрольная работа №3 «Технологические операции при эксплуатации доменных печей»**

- Остановка печи для смены воздушной фурмы. Последовательность операций.
- Особенности выдувки доменной печи перед ремонтом I разряда
- Выпуск козлового чугуна из доменной печи.
- Ремонт доменной печи II разряда.
- Ремонт доменной печи III разряда.
- Ремонт доменной печи I разряда.

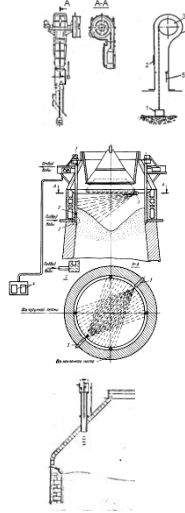
### **Контрольная работа №4 «Оценка работы доменной печи»**

- Оценка теплового состояния доменного процесса по химическому составу жидких продуктов плавки.
- Визуальная оценка теплового состояния доменного процесса по внешнему виду жидких продуктов плавки.
- По данным КИП идет повышение температуры колошниковога газа. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По данным КИП идет понижение температуры колошниковога газа. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По данным КИП идет понижение содержания  $\text{CO}_2$  колошниковога газа по периферии. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По данным КИП наблюдается замедленное и неравномерное срабатывание подач. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По данным КИП наблюдается падение содержания  $\text{CO}_2$  только в одной точке колошника. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По визуальным наблюдениям на фурмы стали приходиться темные куски кокса. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания марганца в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания серы в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания кремния в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.

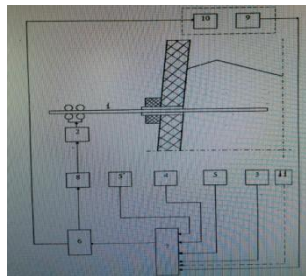
- По анализу химического состава шлака наблюдается понижение основности его. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По анализу химического состава шлака наблюдается повышение основности его. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.

**Контрольная работа №5 «Практика ведения доменного процесса»**

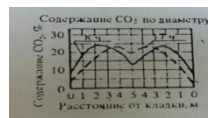
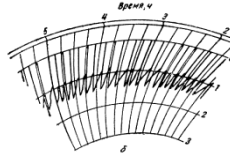
- Описать принцип действия представленного оборудования для контроля схода столба шихты на доменных печах:



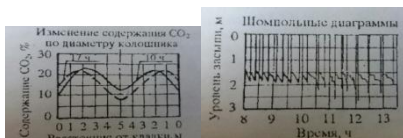
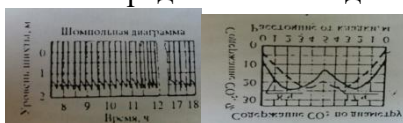
- Описать принцип контроля схода шихтовых материалов по представленной схеме

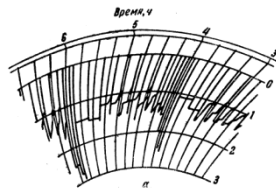
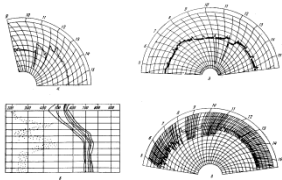
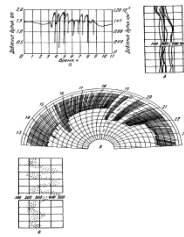


- Описать представленную диаграмму, принцип ее построения



- По представленным диаграммам определить тип расстройтва хода доменной печи





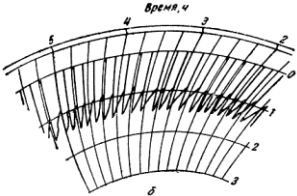
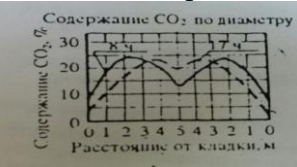


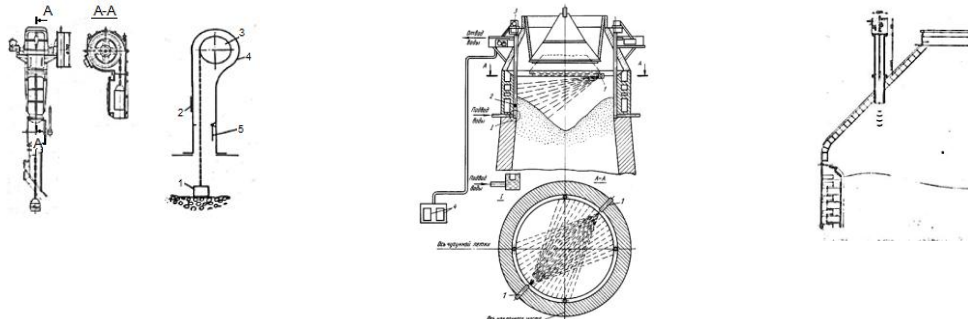
7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
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><b>Примерные теоретические вопросы для экзамена:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Устройство и расположение основных датчиков для контроля за ходом доменного процесса.</li> <li>– Задувка и раздувочный период работы доменной печи. Контроль процесса задувки и раздувочного периода.</li> <li>– Причины нарушения ровного хода.</li> <li>– Контроль теплового состояния доменной печи, включая визуальную.</li> <li>– Способы регулирования хода доменной печи «снизу».</li> <li>– Способы регулирования доменной печи «сверху».</li> <li>– Контроль уровня и очертания поверхности засыпи.</li> <li>– Контроль за распределением шихты на колошнике доменных печей.</li> <li>– Выдувка доменных печей перед ремонтами I, II и III разрядов.</li> <li>– Контроль и корректировка системы шихтоподачи.</li> <li>– Возникновение периферийного хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</li> <li>– Возникновение осевого хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения. Методы корректировки доменного процесса при наступлении осевого хода.</li> <li>– Возникновение канального хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения. Методы корректировки доменного процесса при наступлении канального хода.</li> <li>– Возникновение горячего хода: причины, признаки, методы предупреждения и</li> </ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>устранения. Методы корректировки доменного процесса при наступлении горячего хода.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Возникновение холодного хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения. Методы корректировки доменного процесса при наступлении холодного хода.</li> <li>– Возникновение тугого хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения. Методы корректировки доменного процесса при наступлении тугого хода.</li> <li>– Возникновение верхнего подвисяния: причины, признаки. Методы корректировки доменного процесса при возникновении верхнего подвисяния шихты.</li> <li>– Возникновение нижнего подвисяния: причины, признаки, методы предупреждения и устранения. Методы корректировки доменного процесса при возникновении верхнего нижнего шихты.</li> <li>– Загромождение горна: причины, признакою Методы корректировки доменного процесса при загромождении горна.</li> <li>– Прорыв горна: причины, признаки, методы предупреждения. Действия при возникновении прорыва горна.</li> <li>– Настыли: причины, признаки. Методы корректировки доменного процесса при нарастании настыли.</li> <li>– Взаимосвязь теплового состояния доменного процесса и качества продуктов плавки. Контроль за тепловым состоянием доменной печи.</li> <li>– Контроль работы печи по визуальным наблюдениям.</li> </ul> <p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ работы доменной печи по диаграмме изменения содержания <math>CO_2</math> по сечению колошника.</li> <li>– Оценка теплового состояния доменного процесса по химическому составу жидких продуктов плавки: по представленным химическим составам чугуна</li> </ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																		
		<p>определить, при выплавке какого чугуна температурный уровень процесса был выше. Дать развернутое объяснение.</p> <table border="1" data-bbox="1048 309 1834 424"> <thead> <tr> <th>Чугун</th> <th>Fe,%</th> <th>Si,%</th> <th>Mn,%</th> <th>P,%</th> <th>S,%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>94</td> <td>0,60</td> <td>0,55</td> <td>0,07</td> <td>0,018</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>94</td> <td>0,50</td> <td>0,44</td> <td>0,07</td> <td>0,020</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Визуальная оценка теплового состояния доменного процесса по внешнему виду жидких продуктов плавки: по представленным образцам чугуна и шлака определить тепловой уровень процесса, при котором были выплавлены эти образцы.</li> <li>– По данным КИП идет понижение температуры колошникового газа. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>– По данным КИП идет понижение содержания <math>CO_2</math> колошникового газа по периферии. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>– Описать представленную диаграмму, принцип ее построения</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>– Описать представленную диаграмму, принцип ее построения:</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>– По представленным диаграммам определить тип расстройтва хода доменной печи. Указать время наступления расстройтва. Определить технологические решения для устранения расстройтва</li> <li>– По данным КИП наблюдается замедленное и неравномерное срабатывание</li> </ul>	Чугун	Fe,%	Si,%	Mn,%	P,%	S,%	1	94	0,60	0,55	0,07	0,018	2	94	0,50	0,44	0,07	0,020
Чугун	Fe,%	Si,%	Mn,%	P,%	S,%															
1	94	0,60	0,55	0,07	0,018															
2	94	0,50	0,44	0,07	0,020															

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>подач. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– По данным КИП наблюдается падение содержания <math>\text{CO}_2</math> только в одной точке колошника. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>– По визуальным наблюдениям на фурмы стали приходить темные куски кокса. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>– По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания марганца в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>– По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания серы в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>– По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания кремния в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>– Описать принцип действия представленного оборудования для контроля схода столба шихты на доменных печах:</li> </ul> 
ПК-6: Способен осуществлять управление технологическим процессом по получению металлургической продукции		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-6.1	Осуществляет управление технологическим процессом по получению металлургической продукции	<p><b>Примерные теоретические вопросы для экзамена:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Управление системой охлаждения доменных печей.</li> <li>– Управление процессом остановки доменной печи для смены воздушной фурмы.</li> <li>– Управление системой очистки колошниковога газа.</li> <li>– Типы воздухонагревателей доменной печи. Принцип работы. Управление системой работы блока воздухонагревателей.</li> <li>– Литейный двор доменной печи. Назначение. Управление процессами выпуска жидких продуктов плавки.</li> <li>– Управление системой шихтоподачи.</li> <li>– Управление тепловым состоянием доменной печи</li> <li>– Управление процессом распределения шихты по сечению и окружности колошника.</li> <li>– Управление процессом задувки доменной печи.</li> <li>– Управление процесса газораспределения в доменной печи.</li> <li>– Управление процессом загрузки доменных печей.</li> <li>– Управление процессом выпуска и разделения продуктов плавки.</li> <li>– Управление процессом проведения ремонтов на доменной печи.</li> <li>– Управление работой доменной печи в моменты возникновения расстройств хода.</li> </ul> <p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– По представленным диаграммам определить тип расстройства хода доменной печи. Указать время наступления расстройства. Определить технологические решения для устранения расстройства</li> </ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<div data-bbox="1048 236 1384 466" data-label="Figure"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="996 475 2016 539">– По представленной схеме определить тип возможной аварии и методы безопасной ликвидации ее последствий</li> </ul> <div data-bbox="1048 544 1240 850" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="996 863 1971 962">– По представленной схеме определить тип возможного нарушения доменного процесса, методы ликвидации его последствий и меры безопасности при ликвидации последствий аварии</li> </ul> <div data-bbox="1048 967 1312 1177" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="996 1190 2083 1254">– По представленной диаграмме определить тип возможной аварии и методы безопасной ликвидации ее последствий</li> </ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<div data-bbox="1048 236 1303 418" data-label="Figure"> </div> <ul data-bbox="996 427 2083 494" style="list-style-type: none"> <li>– По представленной диаграмме определить тип возможной аварии и методы безопасной ликвидации ее последствий</li> </ul> <div data-bbox="1048 497 1303 679" data-label="Figure"> </div> <ul data-bbox="996 683 2083 750" style="list-style-type: none"> <li>– По представленной диаграмме определить тип возможной аварии и методы безопасной ликвидации ее последствий</li> </ul> <div data-bbox="1048 753 1303 900" data-label="Figure"> </div> <ul data-bbox="996 944 2083 1011" style="list-style-type: none"> <li>– Описать принцип контроля схода шихтовых материалов по представленной схеме</li> </ul> <div data-bbox="1048 1015 1303 1232" data-label="Diagram"> </div> <ul data-bbox="996 1241 2083 1342" style="list-style-type: none"> <li>– По представленным диаграммам определить тип расстройста хода доменной печи. Указать время наступления расстройста. Определить технологические решения для устранения расстройста.</li> </ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>Шомпольная диаграмма</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Содержание CO<sub>2</sub> по диаметру</p> </div> </div> <p>– По представленным диаграммам определить тип расстройтва хода доменной печи. Указать время наступления расстройтва. Определить технологические решения для устранения расстройтва</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>Изменение содержания CO<sub>2</sub> по диаметру колошника</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Шомпольные диаграммы</p> </div> </div> <p>– По представленным диаграммам определить тип расстройтва хода доменной печи. Указать время наступления расстройтва. Определить технологические решения для устранения расстройтва</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>Изменение содержания CO<sub>2</sub> по диаметру колошника</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Шомпольные диаграммы</p> </div> </div>



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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Управление технологическими процессами производства чугуна в доменных печах» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме.

Вопросы на экзамен берутся из вопросов по контрольным работам. При сдаче экзамена обучающийся должен продемонстрировать навыки и умения в управлении доменным процессом, знания по вопросам анализа работы доменной печи в периоды с ровным ходом и его нарушением. Обучающийся должен показать умение определять вид нарушения хода доменной плавки по представленным диаграммам, показать навыки контроля, корректировки и управления технологическим операциями производства чугуна в доменных печах..

### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.