

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор



(подпись)

А.А. Каракозов

«01» 03 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.09 Эффективность использования дополнительных топлив**  
**в доменной плавке**

Направление подготовки:  
Направленность (профиль):  
Программа:  
Форма обучения:

22.04.02 Metallurgy  
Metallurgy of cast iron  
Magistratura  
очная, заочная

Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр(ы)	2	2
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	5/180	5/180
Контактная работа (час.)	72	14
Лекции (час.)	34	4
Практические (семинарские) занятия (час.)	34	4
Лабораторные работы (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе	54	130
Курсовой проект(работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен (54 час.)	Экзамен (36 час.)

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Эффективность использования дополнительных топлив в доменной плавке» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия» (направленность (профиль) «Металлургия чугуна») для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

Заведующий кафедрой «Руднотермические процессы и малоотходные технологии», к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Кочура В.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Руднотермические процессы и малоотходные технологии».

Протокол от «13» марта 2023 года № 8

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Кочура В.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия».

Протокол от «29» марта 2023 года № 2

Председатель \_\_\_\_\_ Снитко С.А.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Руднотермические процессы и малоотходные технологии».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Руднотермические процессы и малоотходные технологии».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Руднотермические процессы и малоотходные технологии».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Руднотермические процессы и малоотходные технологии».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы эффективности использования дополнительных топлив в доменной плавке.

*Целью* дисциплины является: научить студентов основам применения комбинированного дутья при выплавке чугуна.

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать*: основные критерии оценки хода восстановительного процесса в доменной печи; основные технические показатели доменной плавки; влияние различных факторов на результаты доменной плавки, развитие прямого и непрямого восстановления; основные характеристики комбинированного дутья;

*уметь*: выполнять расчеты показателей доменной плавки на комбинированном дутье; обосновывать эффективность применения различных дополнительных топлив в доменной плавке; выбирать новые технологичные решения и конструктивные варианты для использования заменителей коксав доменной плавке; оценивать влияние параметров комбинированного дутья на показатели доменной плавки;

*владеть*: основами теории горения топлив при решении технологических задач по доменному производству; навыками выполнения расчётов основных технологических процессов доменного производства; анализом влияния качества дополнительных топлив и работоспособности оборудования на технологию доменной плавки и качество чугуна; оценкой экономической эффективности использования дополнительных топлив в доменном переделе.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способности разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов и оборудования в доменном производстве (ПК-1);
- способности разрабатывать предложения по повышению качества заданного вида металлопродукции в доменном производстве (ПК-2).

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Теория и технология доменной плавки», «Технология подготовки железорудного сырья», «Основы подготовки кокса к доменной плавке».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении дисциплин «Конструкция и оборудование доменных печей», «Огнеупоры и их эксплуатация», при выполнении научно-исследовательской работы, прохождении преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ.	Лабор.	СР
Тема 1. Характеристика и требования к топливу для доменной плавки.	22/32	5/1	5/1		12/30
Тема 2. Эффективность использования газообразного топлива в доменной плавке.	34/32	10/1	10/1		14/30

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)			
	Всего	В том числе		
		Лекции	Практ.	Лабор.
Тема 3. <i>Эффективность использования жидкого топлива в доменной плавке.</i>	26/32	6/1	6/1	
Тема 4. <i>Эффективность использования твердого топлива в доменной плавке.</i>	40/42	13/1	13/1	
Контактная работа (дополнительная)	4/6			
Курсовая работа (проект)				
Итого по видам занятий	126/144	34/4	34/4	
Контроль	54/36			
<b>Итого:</b>	<b>180/180</b>			

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
<b>ПК-1</b>	Темы 1, 2, 3, 4
<b>ПК-2</b>	Темы 1, 2, 3, 4

### 3.2 Лекции

Тема 1. *Характеристика и требования к топливу для доменной плавки.*

Содержание темы 1: Введение, цели и задачи курса. Характеристика топлива для доменной плавки. Требования к топливу. Доменная плавка на древесном угле и коксе.

Литература к теме 1: [1, 2, 3, 4, 5]

Тема 2. *Эффективность использования газообразного топлива в доменной плавке.*

Содержание темы 2: Теоретические основы вдувания природного газа (ПГ) в доменные печи. Расчет коэффициента замены кокса природным газом. Способы ввода природного газа в воздушную фурму и сопло. Повышение эффективности использования ПГ. Предпосылки вдувания коксового газа в доменные печи. Практика использования коксового газа в доменной плавке. Подготовка коксового газа к подаче в доменные печи. Эффективность замены природного газа коксовым. Перспективы использования коксового газа в доменной плавке. Нагретые природный и коксовый газы. Вдувание горячего восстановительного газа (ГВГ). Способы получения ГВГ. Результаты опытно-промышленных исследований. Показатели доменной плавки при вдувании ГВГ.

Литература к теме 2: [1, 2, 3, 4]

Тема 3. *Эффективность использования жидкого топлива в доменной плавке.*

Содержание темы 3: Предпосылки и технико-экономическая эффективность вдувания в доменную печь мазута и других углеводородных топлив. Характеристики жидких топлив, применяемых для вдувания в доменные печи. Опыт работы доменных печей при вдувании мазута. Конструкции устройств для ввода жидкого топлива в фурмы доменных печей.

Литература к теме 3: [1, 2, 3, 4]

Тема 4. *Эффективность использования твердого топлива в доменной плавке.*

Содержание темы 4: Практика использования ПУТ в доменной плавке. Подготовка ПУТ для вдувания в доменные печи. Установки для вдувания ПУТ. Эффективность замены кокса пылеугольным топливом. Использование различных марок углей для приготовления и вдувания ПУТ. Горение ПУТ. Контроль степени сгорания ПУТ. Методы интенсификации сгорания ПУТ. Использование каменного угля в доменной плавке. Эффективность применения каменных углей для замены кокса. Эффективность использования коксового орешка при загрузке в печь в смеси с железорудной шихтой.

Литература к теме 4: [1, 2, 3, 4, 5]



### 3.3 Практические занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/ заочн	Литература
1	Характеристика и требования к топливу для доменной плавки.	5/1	[6]
2	Эффективность использования газообразного топлива в доменной плавке.	10/2	[6]
3	Эффективность использования жидкого топлива в доменной плавке.	6/1	[6]
4	Эффективность использования твердого топлива в доменной плавке.	13/4	[6]
	<b>Итого:</b>	<b>34/4</b>	

### 3.4 Лабораторные работы

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

### 3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/ заочн
1	Изучение лекционного материала	27/61
2	Подготовка к практическим занятиям	27/60
3	Подготовка к лабораторным работам	
4	Выполнение курсового проекта	
5	Выполнение курсовой работы	
6	Выполнение индивидуального задания	-/9
	<b>Итого:</b>	<b>54/130</b>

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

Предусмотрено выполнение индивидуального задания для заочной формы обучения в соответствии с методическими указаниями [7]. Главная цель индивидуального задания – обучение основам расчета; закрепление, углубление и обобщение знаний, приобретенных при изучении эффективности использования дополнительных топлив в доменной плавке. Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания – 9 часов. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210×297 мм).

## 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

*Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, неаргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны неполные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;

- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;

- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;

- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;

- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;

- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;

- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;

- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;

- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

#### 4.2 Вопросы к экзамену

1. Приведите классификацию топлива для доменной плавки. Требования к топливу.
2. Что такое рабочая, сухая, горючая и органическая массы топлива? Формулы пересчета с одной массы на другую.
3. Назовите основные теплотехнические характеристики топлива.
4. Минеральные примеси топлива, их свойства. Что такое балласт топлива?
5. Что такое зола топлива и ее основные свойства? Характеристики плавкости золы.
6. В каком виде присутствует влага в твердом топливе, жидком, газообразном? Влияние влаги на свойства топлива.
7. Что характеризует выход летучих из твердого топлива? Каков состав выделяющихся при термическом распаде газов?
8. Объясните понятие условного топлива и его приведенных характеристик. Для чего введены эти понятия?
9. Что такое «теплота сгорания топлива»? Назовите способы ее определения.
10. В чем разница между высшей и низшей теплотами сгорания топлива?
11. Охарактеризуйте доменную плавку на древесном угле. Преимущества и недостатки.
12. Охарактеризуйте доменную плавку на антраците. Преимущества и недостатки.
13. Приведите теоретические основы вдувания природного газа (ПГ) в доменные печи.
14. Сформулируйте влияние природного газа на показатели доменной плавки.
15. Как определяется коэффициент замены кокса природным газом?
16. Какие существуют способы ввода природного газа в доменную печь? Требования к вводу природного газа.
17. Приведите схему циркуляции кокса перед фурмой доменной печи и поясните влияние добавок к дутью природного газа на размеры зоны циркуляции.
18. Охарактеризуйте мероприятия для повышения эффективности использования ПГ в доменной печи.
19. Перечислите предпосылки вдувания коксового газа в доменные печи.
20. Приведите примеры использования коксового газа в доменной плавке.
21. Укажите способы ввода коксового газа в доменную печь. Требования к вводу коксового газа.
22. Оцените влияние коксового газа на показатели доменной плавки.
23. Охарактеризуйте подготовку коксового газа к подаче в доменные печи.
24. Какие трудности возникают при использовании в доменной печи коксового газа?
25. Оцените эффективность замены природного газа коксовым.
26. Приведите способы получения горячих восстановительных газов.
27. Укажите влияние горячих восстановительных газов на показатели доменной плавки.
28. Какие преимущества и недостатки имеют горячие восстановительные газы перед другими добавками?
29. Опишите процесс горения жидкого топлива на свободной поверхности.
30. Опишите процесс горения капли жидкого топлива.
31. Приведите характеристику основных процессов, протекающих при сжигании жидкого топлива в факеле.
32. Объясните процесс распыления жидкого топлива и приведите основные схемы мазутных форсунок.
33. Опишите особенности горения мазута.
34. Перечислите и объясните основные принципы интенсификации сжигания жидких топлив.
35. Перечислите предпосылки и технико-экономическая эффективность вдувания в доменную печь мазута.
36. Укажите требования к жидкому топливу для вдувания в доменную печь.

37. Приведите способы ввода жидкого топлива в доменные печи.
38. Опишите процесс горения отдельной частицы угольной пыли.
39. Объясните различия в протекании процесса горения мелких и крупных частиц.
40. Опишите процесс сгорания угольной пыли в факеле.
41. Перечислите и объясните основные принципы интенсификации процесса горения твердого топлива в пылевидном состоянии.
42. По каким параметрам осуществляется деление твердого топлива на бурые угли, каменные угли и антрациты?
43. Перечислите марки каменных углей. По каким параметрам происходит деление каменных углей на марки?
44. Охарактеризуйте применение ПУТ в доменной плавке.
45. В чем заключается подготовка угля для вдувания в доменные печи?
46. Сформулируйте требования к качеству пылеугольного топлива.
47. Охарактеризуйте марки углей, используемые для приготовления и вдувания ПУТ.
48. Оцените эффективность замены кокса пылеугольным топливом.
49. Охарактеризуйте поведение ПУТ в доменной печи.
50. Перечислите методы интенсификации сгорания ПУТ.
51. Как осуществляется контроль степени сгорания ПУТ?
52. Охарактеризуйте эффективность применения каменных углей для замены кокса.
53. Охарактеризуйте использование коксового орешка в доменной печи.
54. Приведите сравнительную характеристику использования ПУТ и природного газа в доменной плавке.
55. Охарактеризуйте мероприятия, способствующие использованию высоких расходов ПУТ в доменной плавке.
56. В чем заключается теория полной и комплексной компенсации проф. Ярошевского?
57. Какие компенсирующие мероприятия используются для устранения негативного влияния ПУТ на процессы в доменной печи?
58. Охарактеризуйте методы интенсификации сгорания ПУТ.

### **Пример экзаменационного билета**

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Программа: бакалавр

Направление подготовки: 22.04.02 «Металлургия»

Направленность (профиль): «Металлургия чугуна»

Семестр 2-й

Дисциплина: "Эффективность использования дополнительных топлив в доменной плавке"

### **БИЛЕТ №1**

- 1 Приведите схему циркуляции кокса перед фурмой доменной печи и поясните влияние добавок к дутью природного газа на размеры зоны циркуляции.
- 2 Приведите схемы основных способов подачи ПУТ в печь.
- 3 У фурм доменной печи сгорает 360 кг углерода кокса/т чугуна. Определите количество и состав горнового газа, если в печь подается сухое атмосферное дутье.

Утверждено на заседании кафедры «Руднотермические процессы и малоотходные технологии»

Протокол № от 202\_ г.

Зав. кафедрой

Экзаменатор

ФИО

ФИО



### 4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

**Текущий контроль** знаний студента **очной** формы обучения осуществляется по результатам **текущей работы**. Текущая работа подразделяется на текущую аудиторную работу и текущую самостоятельную работу. **Текущая аудиторная работа** предполагает текущий контроль знаний студента по результатам учебных занятий. Объектами текущего контроля являются: посещаемость аудиторных учебных занятий; работа на занятиях; текущий опрос. **Текущая самостоятельная работа** студента очного обучения предполагает выполнение задания (контрольной работы) в соответствии с методическими рекомендациями [8].

Показатель	Максимальное количество баллов
<b>Текущая аудиторная работа:</b>	
– посещаемость аудиторных учебных занятий (за все занятия)	10
– работа на занятиях (за все занятия)	30
– текущий опрос (за все опросы)	30
<b>Текущая самостоятельная работа</b>	
– задание (подготовка к занятиям)	30

**Текущий контроль** знаний студента **заочной** формы обучения осуществляется по результатам **текущей работы**. Текущая работа включает в себя текущую самостоятельную работу. **Текущая самостоятельная работа** студента заочного обучения предполагает выполнение задания (контрольной работы) в соответствии с методическими рекомендациями [7].

Показатель	Максимальное количество баллов
<b>Текущая самостоятельная работа</b>	
– задание (контрольная работа)	100

**Промежуточная аттестация** проводится в конце семестра в виде экзамена

В каждом экзаменационном билете содержится два теоретических вопроса (задание №1 и №2) и одна задача (№3). Заданиям присваиваются следующие весовые коэффициенты: 0,3; 0,3 и 0,4.

Ответ на каждое задание оценивается по 100-бальной шкале.

В случае теоретического задания оценка «100» ставится в случае полного системного раскрытия вопроса без каких-либо неточностей. Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 10 баллов), допущены несущественные неточности (до 10 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 25 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости).

В случае задачи оценка «100» ставится при представлении полного решения с правильным ходом и точным ответом, при верном указании единиц измерения всех физических величин и выполненном полном анализе результатов (если требуется). Баллы снимаются, если в решении есть несущественные неточности, не повлиявшие на результат (до 15 баллов), неверно указаны или не указаны единицы измерения физических величин (до 15 баллов), допущены отдельные неточности в ходе решения, не искажившие ход решения в целом (до 25 баллов), неточность численных результатов (до 15 баллов), ошибки в анализе результатов (до 20 баллов).

Промежуточная аттестация (экзамен) рассчитывается как сумма произведений оценок за каждое задание на их весовой коэффициент.

Пример расчета. Пусть оценки за каждое задание по 100-балльной шкале составили: 90, 70 и 85, соответственно. Тогда промежуточная аттестация по экзамену составляет:  $0,3 \cdot 90 + 0,3 \cdot 70 + 0,4 \cdot 85 = 82$  балла.

Общая оценка по дисциплине (**О**) для студентов **очной и заочной** формы обучения определяется с учетом долевого участия текущей работы (**ТР**) и промежуточной аттестации (**ПА**):

$$O = TP \cdot 0,3 + PA \cdot 0,7$$

Полученная оценка по дисциплине по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	Неудовлетворительно

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

При невыполнении всех заданий, предусмотренных учебной программой дисциплины согласно «Положению об организации учебного процесса» студенту в ведомость по курсу ставится запись «Не допущен». Студентам, которые были допущены к сдаче экзамена, но не явились на него, в ведомости ставится запись «Не явился».

#### 4.4 Пример текущего опроса на практических занятиях

Тема. *Эффективность использования газообразного топлива в доменной плавке*

1. Какие газообразные топлива могут использоваться в доменной плавке?
2. Охарактеризуйте требования, предъявляемые к газообразным топливам для вдувания в доменные печи?
3. Как рассчитывается коэффициент замены кокса газообразным топливом?
4. Что происходит с природным газом при попадании в фурменную зону доменной печи?
5. Сравните влияние на показатели доменной плавки природного и коксового газа.

#### 4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

### 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

#### I. Основная литература

1. Познание процессов и развитие технологии доменной плавки [Электронный ресурс] : коллективный труд второго международного симпозиума / НАН Украины. Институт черной металлургии ; НАН Украины, Ин-т черной металлургии ; под науч. ред. И.Г. Товаровского. – 13 Мб. – Днепрпетровск : Журфонд, 2016. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/cd5169.pdf>
2. Лялюк, В. П. Теоретические основы процессов горения топлива и газодинамики доменной плавки : монография / В. П. Лялюк. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 280 с. – ISBN 978-5-9729-0349-8. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/86650.html>. – Режим доступа: для

авторизир. пользователей

## II. Дополнительная литература

3. Белоусов, В.Н. Топливо и теория горения [Электронный ресурс] : учебное пособие. Ч. 1 : Топливо / В. Н. Белоусов, С. Н. Смородин, О. С. Смирнова ; В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин, О.С. Смирнова ; ГОУ ВПО "Санкт-Петербург. гос. технол. ун-т раст. полимеров". – 3 Мб. – Санкт-Петербург : [б.и.], 2011. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/cd5260.pdf>
4. Белоусов, В.Н. Топливо и теория горения [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов. Ч. 2 : Теория горения / В. Н. Белоусов, С. Н. Смородин, О. С. Смирнова ; В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин, О.С. Смирнова ; ГОУ ВПО "Санкт-Петербург. гос. технол. ун-т раст. полимеров". – 2 Мб. – Санкт-Петербург : [б.и.], 2011. – 1 файл. – 80-летию СПбГТУРП посвящается. – Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/cd5267.pdf>
5. Лялюк, В. П. Доменная плавка с использованием в шихте каменного угля : монография / В. П. Лялюк. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 260 с. – ISBN 978-5-9729-0378-8. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/86585.html>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

6. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Эффективность использования дополнительных топлив в доменной плавке» [Электронный ресурс] : (для студентов направления подготовки 22.04.02 «Металлургия», магистерской программы «Металлургия чугуна») / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. руднотермических процессов и малоотходных технологий ; сост. В. В. Кочура. – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2019. – Систем. требования: Acrobat Reader <http://ed.donntu.ru/books/20/m5493.pdf>
7. Методические указания к выполнению индивидуального задания по дисциплине «Эффективность использования дополнительных топлив в доменной плавке» [Электронный ресурс] : (для студентов направления подготовки 22.04.02 «Металлургия», магистерской программы «Металлургия чугуна») / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. руднотермических процессов и малоотходных технологий ; сост. В. В. Кочура – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2019. – Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/20/m5492.pdf>
8. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Эффективность использования дополнительных топлив в доменной плавке» [Электронный ресурс] : (для студентов направления подготовки 22.04.02 «Металлургия», магистерской программы «Металлургия чугуна») / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. руднотермических процессов и малоотходных технологий ; сост. В. В. Кочура. – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2019. – Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/20/m5494.pdf>

### Электронно-информационные ресурсы:

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR SMART – <http://www.iprbookshop.ru>

### Internet-ресурсы:

Worldsteel association [Электронный ресурс]:– Электрон. дан. – Brussels. – Режим доступа: <http://www.worldsteel.org> – Загл. с экрана.

Производство чугуна [Электронный ресурс]: сайт. – Сан-Бруно. – Режим доступа: [https://www.youtube.com/watch?v=x443D\\_UrPhY](https://www.youtube.com/watch?v=x443D_UrPhY). – Загл. с экрана.

Доменный цех [Электронный ресурс]: сайт. – Сан-Бруно, – Режим доступа: [https://www.youtube.com/watch?v=TcyhY\\_9IPE](https://www.youtube.com/watch?v=TcyhY_9IPE). – Загл. с экрана.

Металлургия чугуна и стали [Электронный ресурс]: сайт. – Сан-Бруно. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=GhQKCUzNUzs>. – Загл. с экрана.

Рождение металла [Электронный ресурс]: сайт. – Сан-Бруно, – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=Pw0jPG6hHXA>. – Загл. с экрана.

Обогащение дутья кислородом в доменном процессе. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://metal-archive.ru/domennyy-process/2160-obogashenie-dutya-kislородом-v-domennom-processe.html> – Загл. с экрана

Технология доменной плавки. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii/domennaya-pech/393-tehnologiya-domennoj-plavki.html> – Загл. с экрана

Доменное производство. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii/domennaya-pech.html> – Загл. с экрана

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебная аудитория №5.424 учебный корпус 5 для проведения занятий лекционного типа. (Доска аудиторная; стенды; макет комплекса доменной печи; парты; переносной экран; переносной мультимедийный проектор; ноутбук, Linux Ubuntu 18.04, LibreOffice 5.3.4).

2. Учебная лаборатория №5.005 учебный корпус 5 для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. (анемометр, психрометр, измельчитель 75Т-ДРМ; испытательная машина МИИ-100; электропечь СУОЛ-О.4.4/12-М2-У4.2; электрошкаф сушильный СНОЛ; вакуумный насос ВВН-12; весы ВЛЕ-1 и Т-5000; анализатор 236Б-ГР; потенциометр КСП-1-003; универсальный компрессор УК-1М; ротаметр РС-5; микроскоп МБР 612171; переносной экран; переносной мультимедийный проектор; ноутбук, Linux Ubuntu 18.04, LibreOffice 5.3.4).

3. Аудитория НИЧ №5.149 учебный корпус 5 для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. (Стол; стулья; шкаф; компьютер AMD Athlon 64x2 5600+, Linux Ubuntu 18.04, LibreOffice 5.3.4; Монитор SyncMaster 720N; Сист.блок AMD Athlon IIx2 240 2.8GHz/2Gb/250Gb/DVD-RW, Linux Ubuntu 18.04, LibreOffice 5.3.4; Монитор SyncMaster 720N; МФУ Samsung SCX-4200; Принтер HP Laser Jet-1010; Принтер SamSung ML-1750).

4. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему ((ЭБС IPR SMART), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.