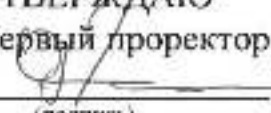


Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого

  
О.Д.Ассенич

(подпись)

06.12.2018

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-33-41 /уч.

### **Общая металлургия**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности

1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)»

2018

Учебная программа составлена на основе:

образовательного стандарта ОСВО 1-42 01 01-2013;

типовой учебной программы по учебной дисциплине «Общая металлургия» для специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» регистр. № ТД-І. 1464/тип.;

учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)»

№ І 42-1-15.1/уч. 11.02.2016, № І 42-1-15/уч. 11.02.2016, № І 42-1-38/уч. 17.02.2016.

#### **СОСТАВИТЕЛИ:**

А.М. Урбанович, старший преподаватель кафедры «Металлургия и технологии обработки материалов».

#### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 9 от 08.10.2018г.);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 11 от 08.11.18г.);

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 1 от 11.10.18г.); УДз-066-зу

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 2 от 04.12.18г.).

Регистрационный номер МТФ УД 027-18/уч.

Регистрационный номер ЗФ

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Общая металлургия является одной из фундаментальных естественнонаучных дисциплин при подготовке инженеров металлургического профиля.

Современный высокий уровень металлургического производства основан на глубоких теоретических исследованиях, крупных открытиях, сделанных в разных странах мира, и богатом практическом опыте. Развитие металлургии идет по пути дальнейшего совершенствования плавки и разливки металла, механизации и автоматизации производства, внедрения новых прогрессивных способов работы, обеспечивающих улучшение технико-экономических показателей плавки и качества готовой продукции.

Цель и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – изучение технологий производства чугуна, стали, основных цветных металлов и ферросплавов, что позволит будущему специалисту находить оптимальные технологические решения производственных вопросов с учётом проблем ресурсосбережения и охраны окружающей среды, получать сплавы высокого качества с минимальными затратами трудовых и материальных ресурсов.

Основные задачи учебной дисциплины:

- ознакомить студентов с сырыми материалами для доменной плавки и способами их подготовки;
- изучить устройство доменной печи, основных сталеплавильных агрегатов, оборудования для внепечной обработки стали и её разливки в слитки;
- довести до студентов информацию по современным технологиям получения стали высокого качества;
- ознакомить студентов с основными реакциями, протекающими в доменной печи, в сталеплавильных агрегатах и при получении цветных металлов;
- формирование у обучаемых профессиональных компетенций по выбору оптимальных технологий плавки и разливки металла с учётом экологических требований и ресурсосбережений;
- подготовка студентов к будущей профессиональной деятельности на основе совокупности фундаментальных, общенаучных и специальных знаний.

Учебная дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении таких курсов, как «Математика», «Физика», «Химия», дисциплин компонента учреждения высшего образования, «Металлургическая теплотехника и теплоэнергетика». Знания и умения, полученные студентами при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин и дисциплин специализаций, связанных с процессами плавки сплавов чёрных и цветных металлов, способами упрочнения заготовок, защитой металлов от коррозии, способами металлургической переработки отходов производства и управления качеством продукции металлургического производства.

В результате изучения дисциплины «Общая металлургия» студент должен

**знать:**

- физико-химические основы получения металлов и сплавов;
- современные способы внедоменного получения железа;
- конструкции доменных печей и сталеплавильных агрегатов;
- технологии внепечной обработки стали и переплавных процессов;
- основы цветной металлургии и ферросплавного производства;
- перспективы развития металлургического производства;

**уметь:**

- рассчитывать составы шихты для выплавки чугуна и стали;
- рассчитывать материальный баланс плавки;
- составлять уравнения химических реакций для сталеплавильных процессов и описывать их кинетику;
- составлять технологическую схему получения цветных металлов;
- управлять процессом структурообразования при затвердевании слитков.

**владеть:**

- методикой расчёта шихты для выплавки чугуна и стали;
- методикой расчёта материального баланса металлургических агрегатов;
- информацией о современных технологиях производства стали высокого качества.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование следующих компетенций:

академические:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

социально-личностные:

- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные компетенции специалиста:

- ПК-1. Проводить расчёт состава шихты для плавки стали, чугунов, алюминиевых, медных и цинковых сплавов.
- ПК-4. Владеть вопросами металлургической переработки лома и отходов производства.

ПК-19. Обосновывать способы контроля химического состава сплава и оценивать качество расплава по твёрдым и газообразным неметаллическим включениям.

ПК-21. Анализировать и оценивать тенденции развития техники и технологий.

ПК-28. Самостоятельно работать с научной литературой, словарями, справочными материалами, рационально использовать справочную литературу по выбору материалов, технологий их обработки, обеспечивающей необходимые показатели свойств.

ПК-32. Владеть вопросами экологической безопасности и охраны труда при производстве отливок и эксплуатации нагревательных печей.

ПК-37. Готовить доклады, материалы к презентациям и представлять их на них.

ПК-40. Понимать сущность и социальную значимость своей профессии, основные проблемы в конкретной области деятельности.

ПК-41. Налаживать контроль основных параметров технологических процессов плавки и разлива сплавов черных и цветных металлов.

ПК-42. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

ПК-44. Работать с научной, технической и патентной литературой.

Общее количество часов отводимое на изучение учебной дисциплины «Общая металлургия» в соответствии с учебными планами для всех форм получения образования по специальности составляет 180 часов.

Трудоёмкость учебной дисциплины – 5 зачётных единицы.

Форма получения высшего образования: дневная, заочная, заочная сокращённая.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Виды занятий	Специальность		
	Дневное обучение	Заочное обучение	Заочное обучение сокращённое
	1-42 01 01	1-42 01 01	1-42 01 01-02 01
Курс	2	3	3
Семестр	4	5, 6	2,3
Лекции (часов)	51	10	6
Практические занятия (часов)	нет	нет	нет
Лабораторные занятия (часов)	34	8	4
Всего аудиторных (часов)	85	18	10
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине			
Экзамен	4 семестр	6 семестр	3 семестр
Зачёт	нет	нет	нет
Тестирование	нет	6 семестр	3 семестр
Курсовой проект	нет	нет	нет



## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Раздел 1. Производство чугуна и железа

#### Тема 1.1 Введение в курс «Общая металлургия»

Значение металлургии для народного хозяйства. Краткая история развития металлургии. Вклад отечественных ученых в развитие металлургии. Современная схема металлургического производства. Полный металлургический цикл производства.

Тема 1.2 Сырье, материалы металлургического производства и их подготовка

Сырье и материалы доменной плавки. Железные и марганцевые руды. Месторождение железных руд. Флюсы и топливо. Подготовка железных руд к доменной плавке. Производство окатышей и агломерата.

#### Тема 1.3 Доменный процесс

Конструкция доменной печи. Загрузка шихтовых материалов. Горение топлива. Восстановительный процесс в доменной печи. Образование чугуна и шлака в доменной печи. Продукты доменной плавки. Перспективы развития доменного производства.

#### Тема 1.4 Способы внедоменного получения железа

Актуальность проблемы. Процессы твердофазного восстановления железа: MIDREX-процесс; Ну1-процесс. Процессы жидкофазного восстановления: COREX-процесс и ROMELT-процесс. Перспективы развития технологий прямого восстановления.

### Раздел 2. Производство стали

Тема 2.1 Общие основы сталеплавильного производства, динамика развития и современные технологии выплавки стали

Классификация марок стали. Основные реакции и процессы сталеплавильного производства. Окисление углерода, кремния, марганца. Окисление и восстановление фосфора. Удаление из стали фосфора, и серы. Газы в сталях и способы их удаления. Роль шлаков при выплавке стали. Неметаллические включения в сталях.

#### Тема 2.2 Конвертерное производство стали

Конвертерные процессы с воздушным дутьем. Кислородно-конвертерный процесс (ККП). Устройство кислородной фурмы. Поведение составляющих чугуна при продувке расплава кислородом. Плавка в кислородном конвертере с верхней продувкой. Конвертерные процессы с донной и комбинированной продувкой. Передел высокофосфористых чугунов. Перспективы развития ККП.

### Тема 2.3 Выплавка стали в электрических печах

Классификация электрических печей. Устройство дуговых электропечей. Технология плавки стали в основной и кислой электродуговой печи. Выплавка стали методом переплава. Плавка стали с использованием в шихте металлизированных окатышей. Особенности плавки стали в крупнотоннажных электродуговых печах. Электродуговые печи постоянного тока. Электродуговые печи с непрерывной загрузкой шихты.

### Тема 2.4 Интенсификация сталеплавильных процессов

Применение кислорода. Жидкая завалка. Водоохлаждаемые панели. Повышение мощности трансформаторов (сверхмощные дуговые печи). Компьютеризация (автоматизированные системы управления технологическими процессами). Вспененные шлаки. Газокислородные горелки. Фурмы-манипуляторы. Эркерный выпуск. Подогрев скрапа. Донная продувка. Высокотемпературный подогрев шихты. Комплексные плавильные агрегаты с непрерывным подогревом шихты.

## Раздел 3. Современные технологии получения стали высокого качества

### Тема 3.1 Общие вопросы внепечного рафинирования

Технологические основы внепечного рафинирования. Обработка расплава вакуумом. Продувка металла инертными газами. Обработка расплава синтетическим шлаком. Продувка металла порошкообразными материалами. Современные способы вакуумирования.

### Тема 3.2 Комплексные технологии внепечной обработки чугуна и стали

Внедоменная десульфурация и дефосфорация чугуна. Совместное проведение операции дефосфорации и десульфурации. Комплексные технологии внепечной обработки стали. Установка «печь-ковш».

### Тема 3.3 Переплавные процессы. Специальная электрометаллургия

Назначение переплавных процессов. Вакуумный индукционный переплав. Вакуумный дуговой переплав. Электрошлаковый переплав и варианты его реализации. Электронно-лучевой и плазменно-дуговой переплав. Перспективы развития переплавных процессов.

## Раздел 4. Слитки и разливка стали

### Тема 4.1 Способы разливки стали. Непрерывная разливка

Способы разливки стали. Разливка сифоном и сверху. Оборудование для разливки стали (сталеразливочные ковши, изложницы, промежуточные ковши). Непрерывная разливка стали. Разновидности и преимущества способа. Устройство установок непрерывной разливки.

### Тема 4.2 Кристаллизация и строение стальных слитков



Кристаллизация стали. Зарождение и рост кристаллов. Строение слитка спокойной и кипящей стали. Усадочная раковина в слитке спокойной стали. Дефекты слитков. Химическая неоднородность слитков и способы ее уменьшения. Управление процессом затвердевания непрерывно литых заготовок.

## Раздел 5. Производство цветных металлов

### Тема 5.1 Металлургия алюминия. Металлургия меди

Свойства алюминия и область его применения. Современные технологические схемы получения алюминия электролитическим и электротермическим способами. Рафинирование алюминия и его маркировка. Нанотехнологии в производстве алюминиевых сплавов. Свойства меди и ее применение. Сырье для получения меди. Схема пирометаллургического способа получения меди. Выплавка медного штейна и его конвертирование. Черновая медь. Огневое и электролитическое рафинирование меди.

### Тема 5.2 Металлургия титана и магния

Титан и его применение. Сырье для получения титана. Рафинирование титана. Магний и его применение. Сырье для получения магния. Общие принципы получения металлического магния. Получение безводного хлорида магния. Электролитическое получение магния. Термические способы получения магния. Рафинирование магния.

### Тема 5.3 Металлургия вторичных цветных металлов

Вторичное сырье цветной металлургии и его использование. Заготовка и первичная подготовка вторичного сырья цветных металлов. Производство вторичной меди и ее сплавов. Переработка лома и отходов на никелевой основе. Производство вторичного алюминия и его сплавов. Производство свинца, баббитов и олова из вторичного сырья.

## Раздел 6. Производство ферросплавов

### Тема 6.1 Способы получения ферросплавов

Значение ферросплавов. Исходное сырье для производства ферросплавов. Восстановительные ферросплавные печи. Рафинировочные ферросплавные печи. Углевосстановительный, силикотермический и алюминотермический способы получения ферросплавов.

### Тема 6.2 Технологические схемы производства основных ферросплавов.

Производство ферросилиция. Производство ферромарганца. Получение силикомарганца. Производство углеродистого феррохрома. Основы технологии получения ферромарганца и феррохрома с низким содержанием углерода. Маркировка ферросплавов.

## Раздел 7. Metallургия и проблемы окружающей среды

Тема 7.1 Способы и методы минимизации воздействия металлургических производств на окружающую среду

Основные направления защиты воздушного бассейна. Очистка доменного газа. Аппараты грубой, полутонкой и тонкой очистки колошникового газа. Очистка конвертерных газов. Системы улавливания и отвода газов от дуговых печей.

Тема 7.2 Рециклинг. Использование шлаков, шламов выбросов и отходов смежных производств

Утилизация шлаков доменного и сталеплавильного производств. Использование шлаков. Использование отходов смежных производств. Использование вторичных энергоресурсов. Вторичная плавка металлов. Переработка бытовых отходов в металлургических агрегатах.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Производство чугуна и железа							
1.1	Введение в курс «Общая металлургия».	2			2			устный опрос, экзамен
1.2	Сырье, материалы металлургического производства и их подготовка.	2			4			устный опрос, экзамен
1.3	Доменный процесс.	2			2			устный опрос, экзамен
1.4	Способы внедоменного получения железа.	2			4			устный опрос, экзамен
2	Производство стали							
2.1	Общие основы сталеплавильного производства, динамика развития и современные технологии выплавки стали.	4			2			устный опрос, экзамен
2.2	Конвертерное производство стали.	4			2			устный опрос, экзамен
2.3	Выплавка стали в электрических печах.	4			2			устный опрос, экзамен
2.4	Интенсификация сталеплавильных процессов.	6			2			устный опрос, экзамен
3	Современные технологии получения стали высокого качества							
3.1	Общие вопросы внепечного рафинирования.	2			2			устный опрос, экзамен
3.2	Комплексные технологии внепечной обработки чугуна и стали.	2			2			устный опрос, экзамен

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.3	Переплавные процессы. Специальная электрометаллургия	2						экзамен
4.	Слитки и разливка стали							
4.1	Способы разливки стали. Непрерывная разливка.	2			4			устный опрос, экзамен
4.2	Кристаллизация и строение стальных слитков.	2			4			устный опрос, экзамен
5.	Производство цветных металлов							
5.1	Металлургия алюминия. Металлургия меди.	2						экзамен
5.2	Металлургия титана и магния.	2						экзамен
5.3	Металлургия вторичных цветных металлов.	2			2			устный опрос, экзамен
6.	Производство ферросплавов							
6.1	Способы получения ферросплавов.	2						экзамен
6.2	Технологические схемы производства основных ферросплавов.	2						экзамен
7.	Металлургия и проблемы окружающей среды							
7.1	Способы и методы минимизации воздействия металлургических производств на окружающую среду.	2						экзамен
7.2	Рецилинг. Использование шлаков, шламов выбросов и отходов смежных производств.	3						экзамен
	Всего (часов):	51			34			

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Производство чугуна и железа							
1.1	Введение в курс «Общая металлургия».	0,5						ЭКЗАМЕН
1.2	Сырье, материалы металлургического производства и их подготовка.	0,5						ЭКЗАМЕН
1.3	Доменный процесс	1						ЭКЗАМЕН
1.4	Способы внедоменного получения железа.	1						ЭКЗАМЕН
2	Производство стали							
2.1	Общие основы сталеплавленного производства, динамика развития и современные технологии выплавки стали.							ЭКЗАМЕН
2.2	Конвертерное производство стали.	1			2			устный опрос, экзамен
2.3	Выплавка стали в электрических печах.	1			2			устный опрос, экзамен
2.4	Интенсификация сталеплавленных процессов.							ЭКЗАМЕН
3	Современные технологии получения стали высокого качества							ЭКЗАМЕН
3.1	Общие вопросы внепечного рафинирования.							ЭКЗАМЕН
3.2	Комплексные технологии внепечной обработки чугуна и стали.	1						ЭКЗАМЕН
3.3	Переплавные процессы. Специальная электрометаллургия							ЭКЗАМЕН
4.	Слитки и разливка стали							



1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.1	Способы разливки стали. Непрерывная разливка.	1			2			устный опрос, экзамен
4.2	Кристаллизация и строение стальных слитков.	1						экзамен
5.	Производство цветных металлов							экзамен
5.1	Металлургия алюминия. Металлургия меди.							экзамен
5.2	Металлургия титана и магния.							экзамен
5.3	Металлургия вторичных цветных металлов.	1			2			устный опрос, экзамен
6.	Производство ферросплавов							
6.1	Способы получения ферросплавов.							экзамен
6.2	Технологические схемы производства основных ферросплавов.							экзамен
7.	Металлургия и проблемы окружающей среды							
7.1	Способы и методы минимизации воздействия металлургических производств на окружающую среду.	0,5						экзамен
7.2	Рециклинг. Использование шлаков, шламов, выбросов и отходов смежных производств.	0,5						экзамен
	Всего (часов):	10			8			

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Заочная сокращенная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Производство чугуна и железа							
1.1	Введение в курс «Общая металлургия».							экзамен
1.2	Сырье, материалы металлургического производства и их подготовка.							экзамен
1.3	Доменный процесс.	1						экзамен
1.4	Способы внедоменного получения железа.	1						экзамен
2	Производство стали							
2.1	Общие основы сталеплавильного производства, динамика развития и современные технологии выплавки стали.							экзамен
2.2	Конвертерное производство стали.	1						экзамен
2.3	Выплавка стали в электрических печах.	1			2			устный опрос, экзамен
2.4	Интенсификация сталеплавильных процессов.							экзамен
3	Современные технологии получения стали высокого качества							экзамен
3.1	Общие вопросы внепечного рафинирования.							экзамен
3.2	Комплексные технологии внепечной обработки чугуна и стали.							экзамен
3.3	Переплавные процессы. Специальная электрометаллургия							экзамен
4.	Слитки и разливка стали							
4.1	Способы разливки стали.	1						экзамен

	Непрерывная разливка.						
4.2	Кристаллизация и строение стальных слитков.						ЭКЗАМЕН
5.	Производство цветных металлов						ЭКЗАМЕН
5.1	Металлургия алюминия. Металлургия меди.						ЭКЗАМЕН
5.2	Металлургия титана и магния.						ЭКЗАМЕН
5.3	Металлургия вторичных цветных металлов.				2		устный опрос. ЭКЗАМЕН
6.	Производство ферросплавов						
6.1	Способы получения ферросплавов.						ЭКЗАМЕН
6.2	Технологические схемы производства основных ферросплавов.						ЭКЗАМЕН
7.	Металлургия и проблемы окружающей среды						
7.1	Способы и методы минимизации воздействия металлургических производств на окружающую среду.	0,5					ЭКЗАМЕН
7.2	Рециклинг. Использование шлаков, шламов выбросов и отходов смежных производств.	0,5					ЭКЗАМЕН
	Всего (часов):	6			4		

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Основная литература

1. Воскобойников, В. Г. Общая металлургия: учеб. для вузов / В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. М. Якушев. - Изд. 6-е перераб. и доп. - Москва: Академкнига, 2005. - 768 с.
2. Каблуковецкий, А. Ф. Производство электростали и ферросплавов / А. Ф. Каблуковецкий. - Москва: Академкнига, 2003. - 511 с.
3. Кудрин А.В. Теория и технология производства стали: учебник для вузов. - Москва: Мир: АСТ, 2003. - 527с.
4. Поволоцкий Д.Я. Электрометаллургия стали и ферросплавов: учеб. для вузов. 3-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Металлургия, 1995. - 592 с.
5. Севрюков Н.Н. Общая металлургия: учеб. для вузов. - Изд.3-е, перераб и доп.. - Москва: Металлургия, 1976. - 568 с.
6. Технология конструкционных материалов: учебник для вузов / под ред. А. М. Дальского. - 5-е изд.. - Москва: Машиностроение, 2004. - 511 с.
7. Уткин Н.И. Производство цветных металлов. - 2-е изд.. - Москва: Интернет Инжиниринг, 2004. - 442 с.

## Дополнительная литература

8. Внепечная обработка расплава порошковыми проволоками / Д.А. Дюдкин, С.Ю. Бать, С.Е. Гринберг и др. - Донецк: Юго-Восток, 2002. - 296 с.
9. Глебов А.Г., Машкевич Е.И. Электрошлаковый переплав.-М.: Металлургия, 1985. - 344 с.
10. Еронько С.П., Быковских С.В. Разливка стали: технология, оборудование. - Киев: Техника, 2003. - 216 с.
11. Каблуковецкий А.Ф., Зинченко С.Д., Никулин А.Н. Внепечная обработка стали порошковой проволокой. - М.: Металлургия, 2006. -288 с.
12. Кньюппель Г. Раскисление и вакуумная обработка стали. - М.: Металлургия, 1984. - 414 с.
13. Поволоцкий Д.Я. Основы технологии производства стали: Учеб. пособие. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. - 202 с.
14. Производство стали на агрегате «ковш-печь» / Д.А. Дюдкин, С.Ю. Бать, С.Е. Гринберг и др. - Донецк: Юго-Восток, 2003. - 300 с.
15. Тарасов А.В. Технология цветной металлургии. / Уткин Н.И.; под ред. А.В.Тарасова - М.: ТОО "И-Центр", 1999. - 519 с.

16. Тонкослябовые литейно-прокатные агрегаты для производства стальных полос: Учеб. пособие / В.М. Салганик, И.Г. Гун, А.С. Карандаев, А.А. Радионов. - Магнитогорск: МГТУ, 2003. – 506 с.

#### Электронные учебно-методические комплексы

1. Жаранов В. А. Общая металлургия: электронный учебно-методический комплекс дисциплины №130 / В. А. Жаранов. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011, Режим доступа <https://elib.gstu.by/>.

2. Ткаченко, А. В. Теория и технология электроплавки стали и ферросплавов: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / А. В. Ткаченко. - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012, Режим доступа <https://elib.gstu.by/>.

*Высшая школа* *Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов*

При изучении дисциплины рекомендуется использовать такую форму самостоятельной работы, как решение индивидуальных задач в аудитории на лабораторных занятиях под контролем преподавателя.

Также рекомендуется не все вопросы программы выносить на лекции. В целях развития у студентов навыков работы с учебной и научной литературой можно предложить им часть разделов описательного характера изучить самостоятельно по литературе, указанной в программе.

Для организации самостоятельной работы студентов необходимо использовать современные информационные технологии: информационные ресурсы учебного портала или электронной библиотеки университета.

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего (рубежного) и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов.

#### Методы (технологии) обучения и инновационные подходы к преподаванию дисциплины

Основными методами (технологиями) обучения в соответствии с целью, задачами дисциплины и направлениями развития современной системы образования являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы интерактивного обучения, реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода при управляемой самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии, реализуемые на занятиях.

При преподавании дисциплины в современных условиях является необходимым применение мультимедийных, информационно-коммуникационных технологий и цифровых информационных ресурсов.



Лекционные занятия рекомендуется проводить с использованием компьютерных презентаций, видеофильмов и других информационно-иллюстративно-демонстрационных средств компьютерных информационных технологий в интерактивном режиме.

Средства диагностики и контроля качества усвоения знаний

Контроль знаний студентов осуществляется путём устного опроса при выполнении лабораторных работ и опроса на экзамене.

Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

При прохождении текущей аттестации студентам запрещается пользоваться учебными изданиями, записями, конспектами, мобильными телефонами и другими средствами хранения и передачи информации.

Критерии оценок результатов учебной деятельности

При оценке знаний студента в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. №09-10/53-ПО).

#### Примерный перечень лабораторных работ:

Определение насыпной плотности;

Влияние насыпной плотности на степень заполнения емкости;

Моделирование горения пылеугольного топлива в доменной печи.

Зависимость насыпной плотности от формы частиц.

Определение влажности шихты.

Изучение основных параметров конвертерного процесса. Моделирование продувки расплава.

Футеровочные материалы плавильных печей. Нагрев и охлаждение футеровки.

Определение скложности шихты к зависанию и сводообразованию.

Исследование вязкости металлургических расплавов.

Изучение процесса циркуляционного вакуумирования.

Изучение процесса кристаллизации слитка в металлической форме.

Моделирование процесса затвердевания непрерывнолитого слитка.

Плавка алюминия и алюминиевых сплавов.

Изучение свойств ферросплавов.

#### Примерная тематика тестовых заданий

Общая характеристика железных и марганцевых руд. Отходы производства.

Топливо и флюсы в металлургии.

Подготовка железных руд к доменной плавке и определение оптимального содержания железа в железосодержащей части шихты.

Способы обогащения руд и оборудование для их реализации.

Окускование железорудного сырья агломерацией.

Производство окатышей и их роль в черной металлургии.

Устройство доменной печи.

Назначение, конструкция и работа колошникового устройства доменной печи.

Загрузка шихты и горение топлива в доменной печи.

Восстановление оксидов железа в доменной печи.

Восстановление в доменной печи оксидов кремния, марганца и других элементов.

Науглероживание железа и образование чугуна в доменной печи. Выплавка кремнистых и марганцовистых чугунов.

Образование шлака и удаление серы в доменной печи.

Продукты доменной плавки и способы очистки колошникового газа.

Подача и нагрев дутья в доменном процессе. Основные технико-экономические показатели доменной плавки.

Способы внедоменного получения железа и их значение.

Классификация стали. Сталеплавильные шлаки, источники их образования, строение и составы.

Окисление углерода и значение данной реакции в сталеплавильном производстве.

Окисление и восстановление кремния и марганца в сталеплавильной ванне.

Поведение фосфора в сталеплавильных агрегатах, способы и условия его удаления.

Поведение серы в сталеплавильных агрегатах, способы и условия десульфурации стали.

Газы в сталях и способы их удаления.

Неметаллические включения в сталях и способы их удаления.

Конвертерные процессы с воздушным донным дутьем.

Сущность кислородно-конвертерного процесса. Устройство конвертера и кислородной фурмы.

Шихтовые материалы кислородно-конвертерного процесса и технология плавки в нем.

Поведение составляющих чугуна при продувке расплава кислородом. Виды охладителей и их назначение.

Технико-экономические показатели кислородно-конвертерного процесса и очистка конвертерных газов.

Разновидности кислородно-конвертерных процессов и особенности передела фосфористых чугунов в конвертерах с верхней продувкой.

Конвертерные процессы с донной продувкой кислородом и комбинированным дутьем.

Двухванные сталеплавильные печи.

Устройство дуговых электрических печей.

Плавка стали в основной электродуговой печи на углеродистой шихте. Окислительный и восстановительный периоды.

Выплавка стали методом переплава и с использованием металлизированных окатышей.

Разновидности технологии плавки стали в большегрузных печах.

Выплавка стали в кислых дуговых электропечах.

Классификация и устройство индукционных печей. Выплавка стали в печах с кислой и основной футеровкой.

Внепечные способы рафинирования стали.

Переплавные процессы, их характеристика и область применения.

Непрерывные сталеплавильные процессы.

Способы разлива стали.

Строение слитка спокойной и кипящей стали.

Оборудование для разлива стали: ковши, изложницы.

Дефекты стальных слитков.

Непрерывная разливка стали и разновидности машин непрерывного литья заготовок.

Технология производства ферросилиция.

Технология производства углеродистого ферромарганца и феррохрома.

Пирометаллургический способ получения меди.

Электролитический способ получения алюминия.

Производство магния.

Производство титана.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Проектирование цехов	Металлургия и технологии обработки материалов	Изменений нет	Протокол №10 от 06.11.2018, 