Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 27.05.2024 10:40:49
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет Машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
«15» февраля 2024 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## Энергосберегающие технологии металлургических процессов

**Направление подготовки**
**22.04.02 Металлургия**

**Профиль подготовки:**
**Инновации в металлургии**

**Квалификация (степень) выпускника**
**Магистр**

**Форма обучения**
**Заочная**

**Москва – 2024**

**Разработчик (и):**
Доцент кафедры «Металлургия» Волгина Н.И. С.С.

**Согласовано:**
Заведующий кафедрой металлургии Шульгин А.В.

# Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине....4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы....5
3. Структура и содержание дисциплины....5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость....5
3.2. Тематический план изучения дисциплины....5
3.3. Содержание дисциплины....8
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий....9
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)....9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение....9
4.1. Нормативные документы и ГОСТы....9
4.2. Основная литература....9
4.3. Дополнительная литература....10
4.4. Электронные образовательные ресурсы....10
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение....10
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы....11
5. Материально-техническое обеспечение....11
6. Методические рекомендации....11
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения....11
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....12
7. Фонд оценочных средств....12
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения....12
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения....13
7.3. Оценочные средства....14

## 1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

– Цель – ознакомление будущих магистров с актуальными проблемами металлургии и материаловедения, современными подходами их решения, а также привить навыки самостоятельного анализа тенденций развития металлургической отрасли;

– ознакомление с прогрессивными металлургическими технологиями выплавки, внепечной обработки и разливки стали, производства и термической об работки стального проката;

– формирование комплексного подхода к применению металлургических методов обеспечения заданных параметров качества металлопродукции;

– формирование представления о направлениях развития технического и технологического обеспечения металлургических производств;

– подготовка студентов к производственной, проектно-конструкторской и исследовательской деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению.

Задачи:

– расширение научного кругозора в области технологических наук, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

Планируемые результаты обучения – освоение основных закономерностей процессов пластической деформации, способов производства металлопродукции, овладение теоретическими основами природой прочности, пластичности и разрушения металлов и сплавов

Обучение по дисциплине «Энергосберегающие технологии металлургических процессов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| **Код и наименование компетенций** | **Индикаторы достижения компетенции** |
|---|---|
| УК-1. Способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, осуществляет её декомпозицию и определяет связи между ее составляющими.<br>ИУК-1.2. Определяет противоречивость и пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, а также критически оценивает релевантность используемых информационных источников.<br>ИУК-1.3. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов с учетом оценки существующих рисков и возможностей их минимизации. |
| УК-2. Способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла | ИУК-2.1. Разрабатывает концепцию |

| | |
|---|---|
| | управления проектом на всех этапах его жизненного цикла в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель и пути достижения, задачи и способы их решения, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.<br>ИУК-2.2. Разрабатывает план реализации проекта в соответствии с существующими условиями, необходимыми ресурсами, возможными рисками и распределением зон ответственности участников проекта.<br>ИУК-2.3. Осуществляет мониторинг реализации проекта на всех этапах его жизненного цикла, вносит необходимые изменения в план реализации проекта с учетом количественных и качественных параметров достигнутых промежуточных результатов. |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к числу профессиональных учебных дисциплин факультативной части, формируемой участниками образовательных отношений.

«Энергосберегающие технологии металлургических процессов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Менеджмент качества;
- Управление инновациями;
- Современные проблемы металлургии и материаловедения;
- Современное состояние металлургии в России и за рубежом;
- Современные технологии термической и термохимической обработки материалов;
- Современное оборудование в металлургии.

## 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(е) единиц(ы) (72 часа).

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1.Заочная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестр |
|---|---|---|---|
| **1** | **Аудиторные занятия** | **12** | 3 |
| | В том числе: | | 3 |
| 1.1 | Лекции | 8 | 3 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 4 | 3 |
| 1.3 | Лабораторные занятия | | |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **60** | 6 |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | | Экзамен |
| | **Итого** | **72** | 6 |

### 3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1.Заочная форма обучения

| п/п | Разделы/темы Дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| **1 1** | **Раздел 1. Характеристика современного уровня металлургии** Тенденции развития человеческого общества и их связь с проблемами минерально-сырьевого комплекса. Влияние технических решений в металлургии на показатели научно-технического прогресса, развитие экономики и обороноспособности страны. Государственное регулирование при решении актуальных проблем народного | **6** | **4** | **2** | | | **30** |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | хозяйства. Актуальные проблемы черной металлургии<br>Сырьевая база черной металлургии. Страны лидеры по запасам железной руды. Производство кокса и основные направления его развития. Выплавка чугуна и стали и мировые тенденции дальнейшего развития производства. Развитие бездоменного производства стали. Разработка высокоэффективных технологий производства стали. Изменение географии потребления стали. Использование вторичного сырья и совершенствование технологий его переработки. Современные проблемы формирования и использования ресурсов лома.<br>Повышение качества выпускаемой стали с использованием процессов внепечной обработки. Создание экологически безопасных производств.<br>Разработка систем автоматического регулирования технологических процессов.<br>Основные проблемы металлургии черных металлов: экономия раскислителей, ферросплавов и лигатур; увеличения ресурса работы футеровки; экономии материальных и энергетических ресурсов; повышение интенсивности работы оборудования; снижение отсортировки металла по дефектам поверхности и результатам УЗК; исключение аварийных ситуаций на МНЛЗ; необходимость ремонта поверхности непрерывно-литых заготовок и проката из них; обеспечение стабильности свойств и снижение отсортировки проката по механическим характеристикам до 80…90%.<br>*Расчет материального и теплового балансов конвертерной плавки*.<br>*Определение основных параметров* | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *установки непрерывной разливки стали и построение траектории распрямления ее технологической оси.* | | | | | | |
| 2<br>**2** | Раздел 2. **Актуальные проблемы цветной металлургии**<br>Сырьевая база цветной металлургии и ведущие тенденции ее изменения применительно к основным группам цветных и редких металлов. Особенности минерально-сырьевой базы энергетического и вспомогательного сырья и актуальные проблемы ее развития.<br>Разработка высокоэффективных технологий для добычи и переработки сырья. Основные направления совершенствования существующих технологий, учитывающие использование энергосберегающих решений и ресурсосберегающих процессов. Комплексная переработка исходного сырья, интенсификация технологических процессов, увеличение выхода целевых продуктов и использование экологически безопасных технических решений.<br>Основные проблемы металлургии цветных металлов: развитие ресурсосберегающих технологий производства и повышения качества металлов и сплавов цветных металлов ресурсосберегающие технологии синтеза лигатур цветных и редких металлов. | **6** | **4** | **2** | | | **30** |
| | **Итого** | **72** | **8** | **4** | | | **60** |

## 3.3 Содержание дисциплины

**Раздел 1. Раздел 1. Характеристика современного уровня металлургии**
Тенденции развития человеческого общества и их связь с проблемами минерально-сырьевого комплекса. Влияние технических решений в металлургии на показатели научно-технического прогресса, развитие экономики и обороноспособности страны.

Государственное регулирование при решении актуальных проблем народного хозяйства. Актуальные проблемы черной металлургии

Сырьевая база черной металлургии. Страны лидеры по запасам железной руды. Производство кокса и основные направления его развития. Выплавка чугуна и стали и мировые тенденции дальнейшего развития производства. Развитие бездоменного производства стали. Разработка высокоэффективных технологий производства стали. Изменение географии потребления стали. Использование вторичного сырья и совершенствование технологий его переработки. Современные проблемы формирования и использования ресурсов лома.

Повышение качества выпускаемой стали с использованием процессов внепечной обработки. Создание экологически безопасных производств.

Разработка систем автоматического регулирования технологических процессов.

Основные проблемы металлургии черных металлов: экономия раскислителей, ферросплавов и лигатур; увеличения ресурса работы футеровки; экономии материальных и энергетических ресурсов; повышение интенсивности работы оборудования; снижение отсортировки металла по дефектам поверхности и результатам УЗК; исключение аварийных ситуаций на МНЛЗ; необходимость ремонта поверхности непрерывно-литых заготовок и проката из них; обеспечение стабильности свойств и снижение отсортировки проката по механическим характеристикам до 80…90%.

**Раздел 2. Актуальные проблемы цветной металлургии**

Сырьевая база цветной металлургии и ведущие тенденции ее изменения применительно к основным группам цветных и редких металлов. Особенности минерально-сырьевой базы энергетического и вспомогательного сырья и актуальные проблемы ее развития.

Разработка высокоэффективных технологий для добычи и переработки сырья. Основные направления совершенствования существующих технологий, учитывающие использование энергосберегающих решений и ресурсосберегающих процессов. Комплексная переработка исходного сырья, интенсификация технологических процессов, увеличение выхода целевых продуктов и использование экологически безопасных технических решений.

Основные проблемы металлургии цветных металлов: развитие ресурсосберегающих технологий производства и повышения качества металлов и сплавов цветных металлов ресурсосберегающие технологии синтеза лигатур цветных и редких металлов.

## 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1. Расчет материального и теплового балансов конвертерной плавки.

Практическое занятие 2. Расчет коэффициентов деформации

Практическое занятие 3. Определение основных параметров установки непрерывной разливки стали и построение траектории распрямления ее технологической оси.

3.4.2.Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Учебным планом не предусмотрены

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

При изучении дисциплины не предусмотрены

### 4.2 Основная литература

1. Металлургия тяжелых цветных металлов [электронный ресурс] : элек- трон. учебн.-метод. комплекс дисциплины / Н.В. Марченко [и др.] ; Сиб. федерал. ун-т. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – on-line. URL: http://files.lib.sfu- kras.ru/ebibl/umkd/1850/ (дата обращения 05.04.2017). – Режим доступа: свобод- ный.
2. Процессы порошковой металлургии [электронный ресурс]: электрон. учебн.-метод. комплекс дисциплины / Е.Н. Осокин [и др.]; Сиб. федерал. ун-т. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – on-line. URL: http://files.lib.sfu- kras.ru/ebibl/umkd/63/ (дата обращения 05.04.2017). – Режим доступа: свободный.
3. Металлургия благородных металлов [электронный ресурс] : электрон. учебн.-метод. комплекс дисциплины / Н.С. Перфильева [и др.] ; Сиб. федерал. ун- т. – Красноярск: ИПК СФУ, 2007. – on-line. URL: http://files.lib.sfu- kras.ru/ebibl/umkd/216/ (дата обращения 05.04.2017). – Режим доступа: свободный.
4. Материаловедение и технология конструкционных материалов [элек- тронный ресурс] : электрон. учебн.-метод. комплекс дисциплины / А.В. Бражни- ков [и др.] ; Сиб. федерал. ун-т. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – on-line. URL: http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/1077/ (дата обращения 05.04.2017). – Режим доступа: свободный.

### 4.3 Дополнительная литература

1. Новые процессы и сплавы [электронный ресурс]: электрон. учебн.- метод. комплекс дисциплины / А.А. Ковалева [и др.]; Сиб. федерал. ун-т. Ин-т цвет. металлов и материаловедения. – Красноярск: ИПК СФУ, 2012. – on-line. URL: http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/umk/kovaleva/ (дата обращения 05.04.2017). – Режим доступа: свободный.
2. Материаловедение [электронный ресурс]: электрон. учебн.-метод. ком- плекс дисциплины / В.С. Бирон т [и др.] ; Сиб. федерал. ун-т. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – on-line. URL : http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/12/ (дата обраще- ния 05.04.2017). – Режим доступа: свободный.
3. Тройные и многокомпонентные системы [электронный ресурс]: элек- трон. учебн.-метод. комплекс дисциплины / Е.В. Краснова [и др.]; Сиб. федерал. ун-т. Ин-т цвет. металлов и материаловедения. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – on-line. URL: http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/1814/ (дата обращения 05.04.2017). – Режим доступа:

свободный.

### 4.4 Электронные образовательные ресурсы

– Физическое моделирование процессов перемешивания металла в конвертере с комбинированной продувкой
http://uas.su/articles/steelmaking/00003/00003.php

– Интерактивный учебник: основы металлургии | Металлургический пор- тал MetalSpace.ru
http://www.metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii.html

–Металлургические процессы
http://starkproject.com/metal/nonferrous-metallurgy/1893-metallurgical- processes.html

–Видеоролики о металлургии. metalrf.ru
http://www.metalrf.ru/video

–Стали и металлы
http://stalimetalli.ru/index.html

ФТД.2 Энергосберегающие технологии
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=8805

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

| № | Наименование | Разработчик ПО (правообладатель) | Доступность (лицензионное, свободно распространяемое) | Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии) |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Мой Офис | ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ" | Лицензионное | https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375 |

### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| № | Наименование | Ссылка на ресурс | Доступность |
|---|---|---|---|
| **Информационно-справочные системы** | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс | http:// www.consultant.ru | Доступно |
| **Электронно-библиотечные системы** | | | |
| 1. | Лань | https://e.lanbook.com/ | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| 2. | IPR Books | https://www.iprbookshop.ru/ | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| **Профессиональные базы данных** | | | |
| 1. | База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU) | http://www.elibrary.ru | Доступно |

## 5. Материально-техническое обеспечение

Аудитории кафедры «Металлургия» ав1204, ав1205, ав1206, ав1206а оснащены ноутбуками, проектором, экраном, учебным материалом.

## 6. Методические рекомендации

### 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

При организации учебных занятий (лекций, семинаров, практических занятий, лабораторных, самостоятельных и выпускных работ, а также курсового проектирования) следует использовать элементы интерактивного обучения на всех этапах для вовлечения студентов в процесс познания. Для этого целесообразно использовать следующие формы:

– диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и студента;

– моделирование, то есть воспроизведение в условиях обучения по данной дисциплине процессов, происходящих в реальности;

– компьютеризация обучения для интенсификации и расширения возможностей образовательного процесса;

– использование средств наглядности: стенды с комплектом учебно-методической литературы, плакаты по темам, натурные образцы, мультимедийные системы, картотеку учебных видеослайдов и видеофильмов и др.

### 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для максимальной индивидуализации деятельности студента, Учебным планом предусматривается время для самостоятельной работы.

Среди основных видов самостоятельной работы традиционно выделяют: творческую деятельность студента в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем на консультациях и домашней подготовке к лекциям, семинарским и практическим занятиям, зачетам и экзаменам, презентациям и докладам; написание рефератов, выполнение лабораторных и контрольных работ; участие в научной работе и пр.

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

## 7. Фонд оценочных средств

### 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация (зачет).

### 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной

оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом всех предусмотренных форм текущего контроля.

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| «Зачтено» | Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные платформы и технологии, программно-аппаратные средства для реализации профессиональной деятельности; применение обоснований технических решений в профессиональной деятельности, выбор эффективных и безопасных технических средств, и технологий.<br>Допускаются незначительные ошибки, проявляется небольшая недостаточность знаний, по некоторым показателям, обучающийся может испытывать небольшие затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. |
| «Не зачтено» | Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, или Студент демонстрирует отсутствие или неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенных в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

## 7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

В процессе обучения используются оценочные средства рубежного контроля успеваемости и промежуточных аттестаций и следующие виды самостоятельной работы:

– изучение рекомендуемой литературы при подготовке к лекционным, практическим и самостоятельным (контрольным) заданиям;

– бланковое и компьютерное тестирование;

– рефераты, доклады на СНК.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

Для расширения знаний следует использовать также сведения, полученные из Интернет-источников на соответствующих сайтах, а также проводить поиск в различных системах, таких как Yandex, Rambler, и пользоваться специализированными сайтами, такими как www.anticor.ru, http://www.naukaran.ru, http://www.maik.ru и другими, рекомендованными преподавателем на лекционных занятиях.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать |
|---|---|
| УК-1 | Способностью осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий |
| УК-2 | Способностью управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла |

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

**Контрольные вопросы для промежуточной аттестации**

1. Охарактеризуйте потребности человеческого общества в минерально-сырьевом комплексе в процессе его развития .
2. Приведите примеры влияния технических решений в металлургии на показатели научно- технического прогресса.
3. Взаимосвязь инновационных решений в металлургии на развитие экономики и обороноспособности страны.
4. Какие Вы знаете сырьевые базы черной металлургии?
5. Страны лидеры по запасам железной руды.
6. Охарактеризуйте применимость кокса для экологичности окружающей среды.
7. Мировые тенденции дальнейшего развития производства чугуна и стали.
8. Назовите технологии бездоменного производства стали.

9. Назовите способы высокоэффективных технологий производства стали.

10. Направления использования вторичного сырья и совершенствование технологий его переработки.

11. В чем заключается актуальность процессов внепечной обработки стали?

12. Что позволяет произвести экономию раскислителей, ферросплавов и лигатур в черной металлургии?

13. Какие мероприятия позволяют повысить интенсивности работы металлургического оборудования и увеличить ресурса работы футеровки?

14. Какие Вы знаете сырьевые базы цветной металлургии?

15. В чем заключаются высокоэффективные технологии добычи и переработки сырья?

16. Основные направления совершенствования существующих технологий, учитывающие использование энергосберегающих решений и ресурсосберегающих процессов.

17. Интенсификация технологических процессов переработки исходного сырья и использование экологически безопасных технических решений.

18. Охарактеризуйте направления развития ресурсосберегающих технологий производства и повышения качества металлов и сплавов цветных металлов.