Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 21.07.2026 17:10:40
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/
« 26 » февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Инновации в металлургии

Направление подготовки
22.03.02. «Металлургия

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Инновации в металлургии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очно-заочная, заочная

Москва, 2026 г.

Разработчик:
Доцент кафедры металлургии  Шульгин А.В.

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 ... 6
3.3. Содержание дисциплины ... 10
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 10
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 11
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 11
4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 11
4.2. Основная литература ... 11
4.3. Дополнительная литература ... 11
4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 11
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 12
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 12
5. Материально-техническое обеспечение ... 13
6. Методические рекомендации ... 13
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 13
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 13
7. Фонд оценочных средств ... 14
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 14
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 14
7.3. Оценочные средства ... 15

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель – 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.

Задачи:

– дать студенту сведения по перспективным металлургическим технологиям и их воздействию на состояние и качество окружающей природной среды, показать пути модернизации традиционных металлургических технологий, дать представление о тенденциях, которые должны определять промышленную политику в области металлургии, экологии, энерго- и ресурсосбережении, а также в области рационального природопользования;

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

Планируемые результаты обучения – знакомство с перспективными металлургическими технологиями и их воздействием на состояние и качество окружающей природной среды.

Обучение по дисциплине «Инновации в металлургии» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ИУК-2.1.Формулирует совокупность задач в рамках поставленной цели проекта, решение которых обеспечивает ее достижение ИУК-2.2. Определяет связи между поставленными задачами, основными компонентами проекта и ожидаемыми результатами его реализации ИУК-2.3. Выбирает оптимальные способы планирования, распределения зон ответственности, решения задач, анализа результатов с учетом действующих правовых норм, имеющихся условий, ресурсов и ограничений, возможностей использования
ПК-1 Способен выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике,	ИПК-1.1 - Знает методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений. Критерии выбора методов и методик

анализировать, обрабатывать и представлять результаты	исследований ИПК-1.2 Умеет проводить испытания, измерения и обработку результатов. Регистрировать показания приборов. Проводит расчёты и критически анализирует результаты, делает выводы ИПК-1.3 Владеет выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований. Выполняет оценки и обработки результатов исследования

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».
«Инновации в металлургии» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

– «Экология современных металлургических производств»;
– «Безопасность жизнедеятельности»;
−«Информационные технологии в металлургии»

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(е) единиц(ы) (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1.Очно-заочная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
1	**Аудиторные занятия**	**36**	3
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	3
1.2	Семинарские/практические занятия	18	3
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**72**	3

	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Зачет	
	Итого	**108**	3

3.1.2.Заочная форма обучения

п/п	**Вид учебной работы**	**Количество часов**	**Семестр**
1	**Аудиторные занятия**	**18**	3
	В том числе:		
1.1	Лекции	10	3
1.2	Семинарские/практические занятия	8	3
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**90**	3
	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Зачет	
	Итого	**108**	3

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1.Очно-заочная форма обучения

п/п	**Разделы/темы Дисциплины**	**Трудоемкость, час**					
		Всего	**Аудиторная работа**				**Самостоятельная работа**
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1.	**Процессы прямого восстановления железа** Способы прямого восстановления железа, характеристика продукции и сырья. Производство железа в шахтных печах (технология Midrex). Производство железа в периодически действующих ретортах (технология HYL/Energiron). Производство железа на движущейся колосниковой решетке. Производство железа во	**22**	**4**	**6**			**12**

	вращающихся трубчатых печах. Производство железа в реакторах кипящего слоя. Агрегаты FASTMET и ITmk3. Химико-термический способ получения железа. Процесс Consteel. Двухкорпусные печи. Шахтные электросталеплавильные печи.						
2.	**Технологии внепечной обработки стали.** Особенности процессов внепечной обработки стали. Продувка стали инертным газом в ковше. Обработка синтетическими шлаками. Агрегат «печь-ковш». Обработка стали вакуумом. Импульсно-динамическое устройство.	**22**	**4**	**6**			**12**
3.	Металлургическое предприятие как энергетическая система. Потребление энергии в структуре предприятия. Вторичные энергетические ресурсы черной металлургии Технологии термомеханической обработки стали. Особенности термомеханической обработки. Высоко- и низкотемпературная температурная термомеханическая обработка. (аусформинг). Предварительная термомеханическая обработка. Высокотемпературная поверхностная и контролируемая термомеханическая обработка.	**18**	**4**	**2**			**12**
.	**Литейно-прокатные агрегаты.** Преимущества литейно-прокатных агрегатов. Сортовые литейно-прокатные агрегаты. Листовые литейно-прокатные агрегаты CSP. Листовые литейно-прокатные агрегаты ISP. Агрегат ВСТ с ленточной МНЛЗ. Валковая разливка-прокатка. Литейно-прокатный агрегат СВР для производства балок. Производство точного проката. Экономия энергозатрат путем	**30**	**4**	**2**			**24**

	замены холоднокатаной листовой стали качественной горячекатаной. Многоручьевая прокатка-разделение. Особенности использования технологии бесконечной прокатки.						
5.	**Биметаллы и порошковые материалы.** Биметаллы и их виды. Способы получения биметаллов. Порошковые материалы и псевдосплавы	**16**	**2**	**2**			**12**
	Итого	**108**	**18**	**18**			**72**

3.2.2. Заочная форма обучения

п/п	**Разделы/темы Дисциплины**	**Трудоемкость, час**					
		Всего	**Аудиторная работа**				**Самостоятельная работа**
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1.	**Процессы прямого восстановления железа** Способы прямого восстановления железа, характеристика продукции и сырья. Производство железа в шахтных печах (технология Midrex). Производство железа в периодически действующих ретортах (технология HYL/Energiron). Производство железа на движущейся колосниковой решетке. Производство железа во вращающихся трубчатых печах. Производство железа в реакторах кипящего слоя. Агрегаты FASTMET и ITmk3. Химико-термический способ получения железа. Процесс Consteel. Двухкорпусные печи. Шахтные электросталеплавильные печи.	**24**	**2**	**6**			**16**
2.	**Технологии внепечной обработки стали.** Особенности процессов	**22**	1	6			**16**

	внепечной обработки стали. Продувка стали инертным газом в ковше. Обработка синтетическими шлаками. Агрегат «печь-ковш». Обработка стали вакуумом. Импульсно-динамическое устройство.						
3.	Металлургическое предприятие как энергетическая система. Потребление энергии в структуре предприятия. Вторичные энергетические ресурсы черной металлургии Технологии термомеханической обработки стали. Особенности термомеханической обработки. Высоко- и низкотемпературная температурная термомеханическая обработка. (аусформинг). Предварительная термомеханическая обработка. Высокотемпературная поверхностная и контролируемая термомеханическая обработка.	**12**	1				**16**
.	**Литейно-прокатные агрегаты.** Преимущества литейно-прокатных агрегатов. Сортовые литейно-прокатные агрегаты. Листовые литейно-прокатные агрегаты CSP. Листовые литейно-прокатные агрегаты ISP. Агрегат ВСТ с ленточной МНЛЗ. Валковая разливка-прокатка. Литейно-прокатный агрегат СВР для производства балок. Производство точного проката. Экономия энергозатрат путем замены холоднокатаной листовой стали качественной горячекатаной. Многоручьевая прокатка-разделение. Особенности использования технологии бесконечной прокатки.	**34**	**2**	**6**			**26**
5.	**Биметаллы и порошковые материалы.** Биметаллы и их виды. Способы получения биметаллов. Порошковые материалы и	**16**	1				**16**

	псевдосплавы						
	Итого	**108**	**10**	**8**			**90**

3.3 Содержание дисциплины

1. Процессы прямого восстановления железа

Способы прямого восстановления железа, характеристика продукции и сырья. Производство железа в шахтных печах (технология Midrex). Производство железа в периодически действующих ретортах (технология HYL/Energiron). Производство железа на движущейся колосниковой решетке. Производство железа во вращающихся трубчатых печах. Производство железа в реакторах кипящего слоя. Агрегаты FASTMET и ITmk3. Химико-термический способ получения железа.

Процесс Consteel. Двухкорпусные печи. Шахтные электросталеплавильные печи.

2. Технологии внепечной обработки стали. Особенности процессов внепечной обработки стали. Продувка стали инертным газом в ковше. Обработка синтетическими шлаками. Агрегат «печь-ковш». Обработка стали вакуумом. Импульсно-динамическое устройство.

Металлургическое предприятие как энергетическая система. Потребление энергии в структуре предприятия. Вторичные энергетические ресурсы черной металлургии Технологии термомеханической обработки стали. Особенности термомеханической обработки. Высоко- и низкотемпературная температурная термомеханическая обработка. (аусформинг). Предварительная термомеханическая обработка. Высокотемпературная поверхностная и контролируемая термомеханическая обработка.

3. Литейно-прокатные агрегаты.

Преимущества литейно-прокатных агрегатов. Сортовые литейно-прокатные агрегаты. Листовые литейно-прокатные агрегаты CSP. Листовые литейно-прокатные агрегаты ISP. Агрегат ВСТ с ленточной МНЛЗ. Валковая разливка-прокатка. Литейно-прокатный агрегат СВР для производства балок.

Производство точного проката. Экономия энергозатрат путем замены холоднокатаной листовой стали качественной горячекатаной. Многоручьевая прокатка-разделение. Особенности использования технологии бесконечной прокатки.

4. Биметаллы и порошковые материалы.

Биметаллы и их виды. Способы получения биметаллов. Порошковые материалы и псевдосплавы.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1. Способы прямого восстановления железа, характеристика продукции и сырья.

Практическое занятие 2. Процессы прямого восстановления железа.

Практическое занятие 3. Технологии и особенности внепечной обработки стали.

Практическая работа 4. Способы обработки стали.

Практическая работа 5. Металлургическое предприятие как энергетическая система

Практическая работа 6. Технологии обработки стали.

Практическая работа 7. Основные типы литейно-прокатных агрегатов.

Практическая работа 8. Инновационные металлургические технологии.
Практическая работа 9. Металлические материалы.

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. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учеб. / В.А. Бигеев [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 616 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90165. — Загл. с экрана.
2. Технология конструкционных материалов: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / [В. А. Кузнецов, А.А. Черепахин, А.В. Шлыкова, Н.Ф. Шпунькин]. — М.: Академия, 2013. — 336 с.
3. Обработка металлов давлением /Ю.Ф. Шевакин, В.Н. Чернышев, Р.Л. Шаталов, Н.А. Мочалов. – М: Интермет Инжиниринг, 2005.

4.3 Дополнительная литература

1. Обработка металлов давлением: Учеб. пособие / Б.А. Романцев, А.В. Гончарук, Н.М. Вавилкин, С. В.Самусев. – М: Издательский дом МИСиС, 2008.
2. Основы процессов обработки металлов давлением: Учебное пособие/ Р.Л. Шаталов, Н.А. Мочалов, И.А. Скотников и др. г. Владимир.: Аркаим, 2015.
3. Скляр В. О. Инновационные и ресурсосберегающие технологии в металлургии: Учебное пособие. – Донецк: ДонНТУ, 2014. – 224 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Инновации в металлургии
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=5463

Программное обеспечение не предусмотрено.
Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://lib.mami.ru в разделе «Электронные ресурсы».

– Интерактивный учебник: Основы металлургии. |Металлургический портал MetalSpace.ru
http://www.metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii.html
– Металлургические процессы http://starkproject.com/metal/nonferrous-metallurgy/1893-metallurgicalprocesses.html
– Видеоролики о металлургии. metalrf.ru http://www.metalrf.ru/video

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

2.	WebofScienceCoreCollection – политематическая реферативно-библиографическая инаукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	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 вписке 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: методы моделирования технологических процессов. 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 процессеосвоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-1	Способностью решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания
УК-2	Способностью определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

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

Список вопросов к зачету по дисциплине: «Инновации в металлургии».

1. Способы прямого восстановления железа, характеристика продукции и сырья.
2. Производство железа в шахтных печах (технология Midrex).
3. Производство железа в периодически действующих ретортах (технология HYL/Energiron).
4. Производство железа на движущейся колосниковой решетке.
5. Производство железа во вращающихся трубчатых печах.
6. Производство железа в реакторах кипящего слоя. Агрегаты FASTMET и ITmk3.
7. Химико-термический способ получения железа. Процесс Consteel.
8. Двухкорпусные печи. Шахтные электросталеплавильные печи.Список вопросов к зачету по дисциплине: «Инновации в металлургии».

1. Способы прямого восстановления железа, характеристика продукции и сырья.
2. Производство железа в шахтных печах (технология Midrex).
3. Производство железа в периодически действующих ретортах (технология HYL/Energiron).
4. Производство железа на движущейся колосниковой решетке.
5. Производство железа во вращающихся трубчатых печах.
6. Производство железа в реакторах кипящего слоя. Агрегаты FASTMET и ITmk3.
7. Химико-термический способ получения железа. Процесс Consteel.
8. Двухкорпусные печи. Шахтные электросталеплавильные печи.

9. Особенности процессов внепечной обработки стали. Продувка стали инертным газом в ковше. Обработка синтетическими шлаками.
10. Агрегат «печь-ковш».
11. Обработка стали вакуумом. Импульсно-динамическое устройство.
12. Металлургическое предприятие как энергетическая система.
13. Потребление энергии в структуре предприятия.
14. Вторичные энергетические ресурсы черной металлургии
15. Технологии термомеханической обработки стали. Особенности термомеханической обработки. Высокотемпературная термомеханическая обработка. Низкотемпературная термомеханическая обработка (аусформинг). Предварительная термомеханическая обработка. Высокотемпературная поверхностная термомеханическая обработка.
16. Преимущества литейно-прокатных агрегатов. Сортовые литейно-прокатные агрегаты. Листовые литейно-прокатные агрегаты CSP. Листовые литейно-прокатные агрегаты ISP. Агрегат BCT с ленточной МНЛЗ.
17. Валковая разливка-прокатка. Литейно-прокатный агрегат CBP для производства балок.
18. Производство точного проката. Экономия энергозатрат путем замены холоднокатаной листовой стали качественной горячекатаной.
19. Многоручьевая прокатка-разделение. Особенности использования технологии бесконечной прокатки.
20. Биметаллы и их виды. Способы получения биметаллов.
21. Порошковые материалы и псевдосплавы.