Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 26.05.2026 14:26:16
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

Инновационные и ресурсосберегающие технологии в металлургии

Направление подготовки
22.04.02 Металлургия

Профиль подготовки:
Инновации в металлургии

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Заочная

Москва – 2026

Разработчик (и):
Доцент кафедры «Металлургия» Радионова Л.В.

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Металлургия» 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 ... 6
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 7
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 7
4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 7
4.2. Основная литература ... 7
4.3. Дополнительная литература ... 8
4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 8
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 8
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 8
5. Материально-техническое обеспечение ... 9
6. Методические рекомендации ... 9
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 9
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 10
7. Фонд оценочных средств ... 10
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 10
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 10
7.3. Оценочные средства ... 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель – ознакомление с современными достижениями и перспективами развития ресурсосберегающих технологий в производстве черных и цветных металлов, а также получение навыков самостоятельного анализа актуальных вопросов металлургии и путей их решения на основе использования ресурсосберегающих технических решений.

Задачи:

– ознакомление учащихся с актуальными проблемами металлургии и материаловедения, современными подходами их решения;

– ознакомление с прогрессивными металлургическими технологиями выплавки, внепечной обработки и разливки стали, производства и термической обработки 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.

Планируемые результаты обучения – понимание проблем и перспектив развития ресурсосберегающих технологий в производстве черных и цветных металлов, приобретение опыта анализа актуальных вопросов металлургии и путей их решения на основе использования ресурсосберегающих технических решений.

Обучение по дисциплине «Инновационные и ресурсосберегающие технологии в металлургии» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
УК-1. Способен 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. ИУК-1.2. Определяет противоречивость и пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, а также критически оценивает релевантность используемых информационных источников. 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.
ПК-1. Способен использовать	ИПК-1.1 Нормативные документы на

информационные средства и технологии для планирования производственных заданий химическим лабораториям и структурным подразделениям контроля качества и оценки радиационной обстановки	объекты исследования, методики количественного химического анализа, радиационного контроля, порядок проведения и сроки аттестации испытательного оборудования и поверки (калибровки) средств измерения. ИПК-1.2 Умеет использовать информационные средства и технологии для планирования производственных заданий химическим лабораториям и структурным подразделениям контроля качества и оценки радиационной обстановки, выявлять нарушения в проведении химических анализов. ИПК-1.3 Владеет способами рационального использования материалов при проведении химического анализа, радиационного контроля, а также специализированным программным обеспечением химических лабораторий

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

- Современное состояние металлургии в России и за рубежом;
- Современные проблемы металлургии и материаловедения;
- Основные технологии производства металлов и сплавов.

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)

Заочная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
1	**Аудиторные занятия**	**12**	4
	В том числе:		

1.1	Лекции	2	4
1.2	Семинарские/практические занятия	10	4
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**96**	4
	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен
	Итого	**108**	4

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

Заочная форма обучения

п/п	**Разделы/темы дисциплины**	**Трудоемкость, час**					
		Всего	**Аудиторная работа**				**Самостоятельная работа**
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Тема 1. Введение. Металлургическое предприятие как энергетическая система**		**0,5**	**-**			**24**
2	**Тема 2. Процессы прямого восстановления железа**		**0,5**	**2**			**24**
3	**Тема 3. Ресурсосберегающие технологии в прокатном производстве**		**0,5**	**6**			**24**
4	**Тема 4. Ресурсосберегающие технологии при термомеханической обработке стали**		**0,5**	**2**			**24**
	Итого	**108**	**2**	**10**			**96**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Металлургическое предприятие как энергетическая система

Потребление энергии в структуре предприятия. Вторичные энергетические ресурсы черной металлургии. Методы энергосбережения при производстве чугуна, стали, и ее разливке.

Тема 2. 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. Процессы внепечной обработки стали.

Тема 3. Ресурсосберегающие технологии в прокатном производстве

Энерго- и металлосберегающие технологии в прокатном производстве. Литейно-прокатные агрегаты. Инновационные решения и тенденции развития прокатного производства. Использование процесса «мягкого» обжатия при производстве непрерывнолитых слябов, блюмов и заготовок. Многоручьевая прокатка-разделение и Slit rolling. Станы бесконечной прокатки. Снижение потерь тепла на промежуточных рольгангах широкополосных станов.

Тема 4. Ресурсосберегающие технологии при термомеханической обработке стали

Особенности термомеханической обработки. Высокотемпературная термомеханическая обработка. Низкотемпературная термомеханическая обработка (аусформинг). Предварительная термомеханическая обработка. Высокотемпературная поверхностная термомеханическая обработка. Контролируемая прокатка. Ускоренное охлаждение проката.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1. Процессы внепечной обработки стали.

Практическое занятие 2. Энерго- и металлосберегающие технологии в прокатном производстве.

Практическое занятие 3. Косвенные пути экономии металла в прокатном производстве.

Практическое занятие 4. Многоручьевая прокатка-разделение и Slit rolling.

Практическое занятие 5. Технологии термомеханической обработки стали.

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. Скляр В. Прогрессивные энерго- и ресурсосберегающие металлургические технологии. Учебное пособие для обучающихся по направлению «Металлургия». ISBN 978-5-4483-7624-5. – Издательские решения, 2017.

2. Рощин, В. Е. Электрометаллургия и металлургия стали : учебник / В. Е. Рощин, А. В. Рощин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 576 с. — ISBN 978-5-9729-0630-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/192478 (дата обращения: 07.08.2023). — Режим доступа: для

авториз. пользователей.

4.3 Дополнительная литература

1. Основы бизнеса в металлургии. Оценка эффективности инновационных проектов : учебное пособие / Г. И. Котельников, А. Е. Семин, К. А. Зубарев, С. В. Подкур. — Москва : МИСИС, 2020. — 72 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/147914 (дата обращения: 07.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ильин, В. А. Государство и крупные корпорации черной металлургии: тенденции и особенности 20-летнего взаимодействия : монография / В. А. Ильин, М. А. Печенская-Полищук, М. К. Малышев. — Вологда : ВолНЦ РАН, 2021. — 186 с. — ISBN 978-5-93299-517-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/296375 (дата обращения: 07.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Подкур, С. В. «Стальное сердце» экономики. Обсуждаем развитие металлургии Сирии : монография / С. В. Подкур, Г. И. Котельников, А. Е. Семин. — Москва : МИСИС, 2020. — 186 с. — ISBN 978-5-907227-25-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/178127 (дата обращения: 07.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Инновационные и ресурсосберегающие технологии в металлургии 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
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 даннойдисциплине процессов, происходящих в реальности;

– компьютеризация обучения для интенсификации и расширениявозможностей 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 (экзамен).

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**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, предусмотренных при изучении дисциплины, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: понимание основных принципов ресурсосбережения в металлургии и инновационных решений.
Удовлетвори-тельно	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программойдисциплины. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: понимание основных принципов ресурсосбережения в металлургии и инновационных решений. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетво-рительно	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программойдисциплины, ИЛИ Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, предусмотренных при изучении дисциплины, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков 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:

- чтение 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
ПК-1	Способен использовать информационные средства и технологии для планирования производственных заданий химическим лабораториям и структурным подразделениям контроля качества и оценки радиационной обстановки

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. Приведите структуру энергопотребления металлургического предприятия и назовите основные виды топлив, которые потребляются в металлургии.
2. В чем заключается суть технологии контролируемой прокатки?
3. Что называется энергоемкостью продукции? Какое из металлургических производств наиболее энергоемкое?
4. Опишите концепции обустройства линии подстуживания для обеспечения требуемой температуры самоотпуска раската.
5. Чему соответствует 1 тонна условного топлива?
6. Опишите особенности реализации технологии ускоренного охлаждения на листовых и сортовых станах.
7. Что такое вторичные энергоресурсы и на какие виды они делятся?
8. Приведите виды термомеханической обработки и дайте их описание.
9. Что такое ВЭР избыточного давления? Где они вырабатываютя и как используются
10. С какой целью производится термомеханическая обработка стали?
11. Принцип работы турбины Рэнкина.
12. Опишите основные недостатки технологии Stil rolling.
13. Что относится к тепловым ВЭР? На какие виды они подразделяются и где используются?
14. Что необходимо для реализации технологии многоручьевой прокатки-разделения?
15. Какой вид энергетических отходов является наиболее распространенным? Где и как его применяют?
16. В чем основные преимущества многоручьевой прокатки-разделения?
17. Что понимают под процессами прямого восстановления железа? Какие технологии получения железа прямого восстановления существуют?
18. Приведите описание многоручьевой прокатки-разделения.
19. В каких формах в основном производят железо прямого восстановления?
20. Опишите особенности реализации технологии Slit rolling.
21. Опишите технологию Midrex? В чем ее основные преимущества?
22. Что позволяет добиться переход с использования холоднокатаной стали на горячекатаную?
23. В чем заключается сущность явления кипящего слоя?
24. Опишите варианты снижения энергозатрат за счет повышения качества прокатной продукции и совершенствования ее сортамента.
25. Опишите способ производства железа во вращающихся трубчатых печах.
26. Раскройте суть технологии перекатки изношенных железнодорожных рельсов в сортовой прокат.
27. Опишите процесс производства железа на движущейся колосниковой решетке.
28. Приведите методы термообработки прокатной продукции. С какой целью производится термообработка?
29. Технология Consteel. Особенности и преимущества.
30. Назовите основные пути повышения точности прокатки.
31. Принцип работы и преимущества двухкорпусных электросталеплавильных печей.
32. В чем заключается сущность МАС-процесса?
33. Опишите принцип работы агрегата CONARC.
34. Какие способы позволяют влиять на форму раската и соответственно уменьшить отходы в обрезь.
35. Назовите основные особенности конструкции шахтных электросталеплавильных печей.
36. Что такое асимметричная прокатка и где она применяется?

37. Дайте описание конструкторского решения печи с подогревом металлолома SIMETAL EAF Quantum. Назовите основные преимущества данной технологии.
38. В чем состоит технология «сухой» прокатки?
39. Система EPC. Принцип работы и преимущества использования.
40. Назовите преимущества технологии низкотемпературной прокатки.
41. Что относится к внепечной обработки стали?
42. Дайте описание технологии низкотемпературной прокатки.
43. Для чего применяется внепечная обработка стали?
44. Приведите основные виды внепечной обработки и дайте их описание.
45. Назовите основные особенности протекания металлургических процессов при внепечной обработке стали.
46. Приведите классификацию методов внепечной обработки стали.