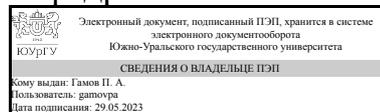


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



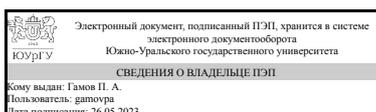
П. А. Гамов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М1.10.01 Ресурсо- и энергосбережение внедоменных технологий получения железа
для направления 22.04.02 Metallургия
уровень Магистратура
магистерская программа Современные технологии в черной металлургии и литейном производстве
форма обучения заочная
кафедра-разработчик Пирометаллургические и литейные технологии

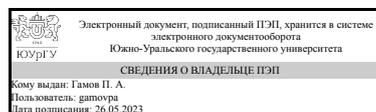
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 24.04.2018 № 308

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



П. А. Гамов

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., заведующий
кафедрой



П. А. Гамов

1. Цели и задачи дисциплины

Глазная цель, которую преследует преподавание этой дисциплины - заложить у студентов основы теоретических представлений о закономерностях процессов бескоксовой металлургии. Важно также показать историю развития теории процесса и совершенствования технологии и практики производства по мере познания процесса. Необходимо ориентировать обучаемых на перспективы развития теории и практики бескоксовой металлургии. В ходе обучения необходимо прививать обучаемым способность оценивать развитие теории и технологии процесса с мировоззренческих позиций, подтверждавших всеобщий характер диалектических законов развития. Совокупность званий, приобретенных в процессе изучения дисциплины, должна привита будущему специалисту способность оценивать и решать технологические вопросы ведения плавки в самых сложных производственных условиях.

Краткое содержание дисциплины

Процессы получения железа внедоменным путем Процессы металлургии железа. Процессы восстановления оксидов Сырые материалы металлургии железа Получение губчатого железа Получение жидкого металла Производство по схеме «восстановление –плавление». Производство по схеме «плавление - восстановление». Сравнение различных процессов жидкофазного восстановления. Плазменные процессы получения жидкого металла. Применение атомной энергии в металлургии

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты	Знает: физико-химические основы процессов внедоменных технологий получения железа; закономерности движения шихты и газов в печах Умеет: разрабатывать и осваивать новые методы совершенствования процесса внедоменных технологий получения железа Имеет практический опыт: анализа существующих внедоменных технологий
ПК-2 Способен управлять современными технологическими процессами получения стали и анализировать и совершенствовать процессы производства стали	Знает: процессы восстановления, окисления, шлакообразования внедоменных технологий Умеет: моделировать и оптимизировать процесс; производить термодинамический и кинетический расчеты; использовать современную вычислительную технику Имеет практический опыт: поиска и использования научно-технической информации

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
---	---

<p>Применение цифровых технологий для ресурсо- и энергосбережения в черной металлургии, Ресурсо- и энергосбережение в черной металлургии, Теория пирометаллургических процессов, Теория формирования отливки, Учебная практика (научно-исследовательская работа, получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (2 семестр), Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая) (2 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа) (3 семестр)</p>	<p>Производственная практика (научно-исследовательская работа) (5 семестр), Производственная практика (преддипломная) (5 семестр)</p>
---	--

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Ресурсо- и энергосбережение в черной металлургии	<p>Знает: конструкцию, оборудование и технологию выплавки полупродукта, конструкцию, оборудование и технологию внепечной обработки стали Умеет: управлять процессом выплавки полупродукта, управлять процессом внепечной обработки стали Имеет практический опыт: расчетов тепловых и материальных балансов плавки полупродукта, расчетов тепловых и материальных балансов внепечной обработки стали</p>
Теория формирования отливки	<p>Знает: методы анализа проблемных ситуаций, методы решения задач для оценки действующих технологий точного литья, основные физико-химические закономерности процессов формирования отливок Умеет: осуществлять системный подход к оценке проблемных ситуаций, решать задачи с использованием базы данных по оборудованию, технологиям и материалам в точном литье, решать задачи в области теории литейных процессов Имеет практический опыт: стратегических действий по результатам действий проблемных ситуаций, расчета технологических параметров точного с учетом используемых оборудования и материалов, использования методик решения задач в области теории формирования отливок</p>
Теория пирометаллургических процессов	<p>Знает: свойства жидких сплавов железа и теории шлаков, теорию процессов обезуглероживания, десульфурации раскисления и удаления газов из стали при внепечной обработке Умеет: оценивать теоретические факторы влияющие на пирометаллургические процессы, оптимизировать процесс внепечной обработки стали и управлять современным процессом рафинирования стали Имеет практический опыт: критического анализа теоретических данных</p>

	пирометаллургических процессов, проведения теоретических расчётов процессов рафинирования стали
Применение цифровых технологий для ресурсо- и энергосбережения в черной металлургии	Знает: набор типовых пакетов прикладных программ для создания имитационных моделей и процессов, способы анализа, моделирования и совершенствования процессов производства стали Умеет: получать, оценивать и обрабатывать обучающие наборы данных, управлять современными технологическими процессами получения стали Имеет практический опыт: разработки элемента системы для систем искусственного интеллекта, моделирования современными технологическими процессами получения стали
Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая) (2 семестр)	Знает: профессиональные термины в области металлургии, принципы выбора сырья и расходных материалов для металлургических процессов Умеет: представлять профессиональную информацию, разрабатывать технологические процессы Имеет практический опыт: анализа технологического процесса, изготовления металлургической продукции
Учебная практика (научно-исследовательская работа, получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (2 семестр)	Знает: особенности работы измерительных и испытательных приборов Умеет: выбирать способы подготовки оборудования и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений Имеет практический опыт: проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений
Производственная практика (научно-исследовательская работа) (3 семестр)	Знает: особенности сотрудников формируемой научной команды, методику планирования научно-исследовательской работы Умеет: сформировать научную команду, планировать НИР и подготавливать оборудование Имеет практический опыт: сформировать научную команду, работы по проведению НИР

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 26,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	16	16
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	8	8

Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	117,5	117,5
Подготовка к экзамену	58,5	58,5
Домашнее задание по разделу дисциплины	59	59
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Процессы получения железа внедоменным путем	1	1	0	0
2	Процессы металлургии железа. Процессы восстановления оксидов	2	2	0	0
3	Сырые материалы металлургии железа	1	1	0	0
4	Получение губчатого железа. Получение жидкого металла	11	3	8	0
5	Производство по схеме "восстановление - плавление". Производство по схеме "плавление - восстановление"	1	1	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Предпосылки для развития бескоксовой металлургии железа. Получение губчатого железа или металлизированного сырья при низкотемпературном восстановлении железных руд в шахтных печах. Производство жидкого металла непосредственно из железных руд. Перспективы развития бескоксовой металлургии.	1
2	2	Структура и свойства твердых фаз. Перемещение атомов в твердых и жидких телах. Процесс восстановления и лимитирующая стадия. Термодинамика восстановления оксидов железа. Особенности восстановления при наличии растворов. Кинетика и механизм восстановления оксидов. Влияние различных факторов на скорость восстановления. Показатели развития процессов восстановления. Науглероживание металла. Низкотемпературное науглероживание твердого железа. Науглероживание жидкого металла.	2
3	3	Железорудные материалы и их подготовка к процес-су. Восстановитель и методы его получения.. Получение вос-становительного газа конверсией природного газа. Получение восстановительного газа из твердого топлива. Газификация жидкого топлива.	1
4	4	Требования к качеству готового продукта. Физико-химические условия. Получение губчатого железа в шахтных печах. Расчеты процесса восстановления в шахтных печах. Процессы Мидрекс и ХиЛ Ш. Получение губчатого железа в реакторах кипящего слоя. Процесс Фиор. Получение губчатого железа во вращающихся трубчатых печах. Процесс SL/RN. Кричнорудные процессы KRUPP RENN, ОХМК. Физико-химические основы восстановления железа из расплава. Восстановление газами и углеродом.	3
5	5	Производство по схеме "восстановление - плавление". Производство по схеме "плавление - восстановление". Процесс КОРЕКС. Процесс РОМЕЛТ	1

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	4	Расчет шихты и материального баланса процесса восстановления в шахтных печах.	4
2	4	Расчет теплового баланса процесса восстановления в шахтных печах.	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	Юсфин Ю. С. и др. Metallургия железа. – 2007. Главы 1-4	4	58,5
Домашнее задание по разделу дисциплины	Юсфин Ю. С. и др. Metallургия железа. – 2007. Главы 3-4	4	59

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	4	Текущий контроль	Расчет материального баланса	1	6	Студент должен провести материальный баланс шахтной печи Критерии оценки: Расчет шихты проведен без ошибок — 2 балла Расчет шихты содержит арифметические ошибки — 1 балл Расчет количества и состава восстановителя проведен без ошибок — 2 балла Расчет количества и состава восстановителя содержит арифметические ошибки — 1 балл Работа сдана в срок — 1 балл. Соответствие оформления расчета требованиям ГОСТ 7.32-2017 — 1 балл	экзамен
2	4	Текущий контроль	Выступление с докладом	1	5	Студент готовит презентацию по заданной теме и выступает с докладом	экзамен

						<p>перед аудиторией. Подготовлена презентация по заданной теме - 1 балл Презентация имеет следующие структурный элементы: титульный лист, введение, основной материал, заключение - 1 балл Сделан устный доклад по заданной теме без чтения заготовленного текста - 2 балла Сделан устный доклад по заданной теме с чтением заранее заготовленного текста - 1 балл Дан верный ответ на вопрос по докладу - 1 балл</p>	
3	4	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	9	<p>Экзамен проходит в устном формате по билетам. Билет содержит три вопроса. На подготовку отводится 30 минут. Дан верный ответ на вопрос в билете, вопрос раскрыт полностью - 2 балла. Дан верный ответ на вопрос в билете, вопрос раскрыт не полностью, либо допущены неточности в ответе - 1 балла. Дан верный ответ на уточняющий вопрос - 1 балл</p>	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	<p>При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля Ртек.</p> <p>Для расчета рейтинга обучающегося по дисциплине используется следующая формула: $\text{Р} = \text{тек} + \text{б}$. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга и может получить оценку по дисциплине согласно п. 2.4 Положения. В случае проведения экзамена, он проходит в устном формате по билетам. Билет содержит три вопроса. На подготовку отводится 30 минут. Дан общий ответ на вопрос в билете - 2 балла. Дан ответ на уточняющий вопрос - 1 балл</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	3
ПК-1	Знает: физико-химические основы процессов внедоменных технологий получения железа; закономерности движения шихты и газов в печах	+	+	+
ПК-1	Умеет: разрабатывать и осваивать новые методы совершенствования процесса	+	+	+

	внедоменных технологий получения железа			
ПК-1	Имеет практический опыт: анализа существующих внедоменных технологий	+	+	+
ПК-2	Знает: процессы восстановления, окисления, шлакообразования внедоменных технологий	+	+	+
ПК-2	Умеет: моделировать и оптимизировать процесс; производить термодинамический и кинетический расчеты; использовать современную вычислительную технику	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: поиска и использования научно-технической информации	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Юсфин, Ю. С. *Металлургия железа* Текст учеб. для вузов по направлению "Металлургия" Ю. С. Юсфин, Н. Ф. Пашков. - М.: Академкнига, 2007. - 464 с. ил. 22 см.
2. *Металлургия чугуна* Учеб. для вузов по направлению 110100 "Металлургия черных металлов" и металлург. специальностям Е. Ф. Вегман, Б. Н. Жеребин, А. Н. Похвиснев и др.; Под ред. Ю. С. Юсфина. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Академкнига, 2004. - 774 с. ил.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Реферативный журнал «Металлургия».
2. «Заводская лаборатория».
3. «Известия вузов. Черная металлургия».
4. «Металлург».
5. «Порошковая металлургия».
6. «Сталь».
7. «Надежность и контроль качества».
8. «Acta Materialia».
9. «Metallurgical and Materials Transactions».
- 10.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Бескоксовая металлургия железа. Мальков Н.В. Методическое пособие

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Бескоксовая металлургия железа. Мальков Н.В. Методическое пособие

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Основы металлургического производства : учебник для вузов / В. А. Бигеев, В. М. Колокольцев, В. М. Салганик [и др.]. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-8178-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/173100
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Подготовка металлургического сырья для доменной и бездоменной металлургии железа : учебник / Ф. М. Журавлев, В. П. Лялюк, Н. И. Ступник [и др.]. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2021 — Том 1 — 2021. — 300 с. — ISBN 978-5-9729-0706-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/192486

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Экзамен	115 (1)	нет
Самостоятельная работа студента	115 (1)	нет
Лекции	115 (1)	Мультимедийная установка Программно-аппаратный комплекс дистанционного обучения студентов (интерактивный класс) на базе лаборатории высокотемпературных процессов. Комплект оборудования Na-tional Instruments с программным продуктом LabView
Практические занятия и семинары	115 (1)	Мультимедийная установка Программно-аппаратный комплекс дистанционного обучения студентов (интерактивный класс) на базе лаборатории высокотемпературных процессов. Комплект оборудования Na-tional Instruments с программным продуктом LabView