

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1158990	Актуальные вопросы теории и технологии процессов получения сплавов на основе железа

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Metallurgy of black, colored and rare metals	<b>Код ОП</b> 1. 22.04.02/33.02
<b>Направление подготовки</b> 1. Metallurgy	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 22.04.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Гудов Александр Геннадьевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	металлургии железа и сплавов
2	Загайнов Сергей Александрович	доктор технических наук, доцент	Профессор	металлургии железа и сплавов
3	Некрасов Илья Владимирович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	металлургии железа и сплавов

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Актуальные вопросы теории и технологии процессов получения сплавов на основе железа

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль является базовым модулем траектории и включает дисциплины: «Современные технологии производства стали и сплавов», «Энерго и ресурсосберегающие технологии производства чугуна», ориентированные на формирование компетенций, обеспечивающих реализацию энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий получения стали и сплавов на основе железа заданного качества. При изучении данного модуля используются современные представления о физико-химических процессах технологических переделов черной металлургии, рассматриваются перспективные технологические решения, обеспечивающие получение продукции заданного состава при минимальных затратах на ее производство, оцениваются перспективы и риски их внедрения, студенты получают навыки расчетов, необходимых для формирования технологического задания на инновационные проекты реконструкции существующих агрегатов и создание новых.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Современные технологии производства стали и сплавов	15
2	Энерго- и ресурсосберегающие технологии производства чугуна	15
ИТОГО по модулю:		30

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3

Современные технологии производства стали и сплавов	ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	<p>З-2 - Изложить принципы расчета экономической эффективности предложенных технических решений</p> <p>З-4 - Описать основные подходы к оценке экологических и социальных последствий внедрения инженерных решений</p> <p>У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений</p> <p>У-3 - Оценить экологические и социальные риски внедрения предложенных инженерных решений</p>
	ОПК-6 - Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>З-3 - Объяснить принципы энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p>

		<p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p>
	<p>ПК-1 - Способен проводить анализ технологических процессов для выбора путей, мер и средств совершенствования техники и технологии, и управления качеством продукции на объектах черной металлургии</p>	<p>З-1 - Формулировать теоретические основы технологий получения черных металлов</p> <p>З-2 - Изложить требования к качеству продукции всех процессов получения черных металлов</p> <p>З-4 - Характеризовать влияние физико-химические процессов на производительность и эксплуатационную надежность основного оборудования цехов черной металлургии</p> <p>У-1 - Обосновывать выбор технологического режима доменной плавки для обеспечения высоких технико-экономических показателей процесса при заданных сырьевых условиях и требований к качеству чугуна с использованием методик расчета технологического режима</p> <p>У-2 - Обосновывать выбор технологического режима процессов окускования железорудного сырья для обеспечения заданного качества продукции при высоких технико-экономических показателях работы агрегатов с использованием методик расчета технологических режимов</p> <p>У-4 - Обосновывать мероприятия, направленные на повышение производительности и эксплуатационной</p>

		<p>надежности основного оборудования цехов черной металлургии</p> <p>П-1 - Разрабатывать технологические мероприятия и выполнять конструкторские расчеты основного оборудования, направленные на повышение эффективности процессов черной металлургии</p> <p>Д-1 - Демонстрировать интерес к профессиональной деятельности и стремление к расширению профессиональных знаний</p>
	<p>ПК-2 - Способен разрабатывать технико-экономическое обоснование инновационных решений в области производства черных металлов и разрабатывать предложения для технической и технологической документации технологических объектов черной металлургии.</p>	<p>З-1 - Формулировать основные критерии эффективности процессов черной металлургии и обосновывать технологические и конструкторские решения, направленные на их повышение</p> <p>З-2 - Характеризовать современные тенденции развития технологических процессов и конструкций агрегатов черной металлургии</p> <p>З-3 - Изложить правила формирования технического задания на создание новой технологии получения черных металлов</p> <p>П-1 - Разрабатывать технологическую часть технического задания на сквозную технологию получения черных металлов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать самостоятельность при работе со специальной литературой с целью поиска и анализа современных тенденций в области производства черных металлов</p>
	<p>ПК-3 - Способен разрабатывать предложения по обеспечению безопасности производства черных металлов на основе оценки рисков в области этических, экологических и коммерческих ограничений в инженерной практике</p>	<p>З-1 - Объяснять экологическую опасность металлургических агрегатов и характеризовать технологические приемы сокращения экологически вредных выбросов</p> <p>З-2 - Привести примеры рисков в области этических, экологических и коммерческих ограничений в инженерной практике</p> <p>З-3 - Объяснять методику выполнения расчетов загрязняющих веществ в области производства чугуна, стали и ферросплавов</p>

		<p>У-1 - Идентифицировать опасный производственный объект на основе экологического анализа технологического агрегата</p> <p>П-1 - Выполнять задания по расчету выбросов загрязняющих веществ в области производства чугуна, стали и ферросплавов</p>
	<p>ПК-4 - Способен определять организационно-технические мероприятия по обеспечению производства черных металлов в соответствии с нормативной технической и технологической документацией</p>	<p>З-1 - Характеризовать основные технологические режимы и организационно-технические мероприятия, направленные на обеспечение производства черных металлов в соответствии с технологическими инструкциями работы технологических агрегатов</p> <p>У-1 - Исходя из данных мониторинга технологического процесса получения черных металлов выявлять отклонения от заданного технологического режима и предлагать решения по его корректировке</p> <p>П-1 - Выполнять задания по выбору технологических мероприятий, направленных на стабилизацию процессов получения черных металлов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень самостоятельности при работе с нормативно-технической документацией, со специальной литературой</p>
	<p>ПК-5 - Способен осуществлять анализ научно-технической информации и результатов исследований в области производства черных металлов, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований</p>	<p>З-1 - Характеризовать основные направления научно-исследовательских работ в области черной металлургии на современном этапе развития</p> <p>У-1 - Систематизировать технологическую информацию о работе металлургического агрегата черной металлургии для решения конкретной исследовательской задачи</p> <p>У-2 - Систематизировать и обобщать научно-техническую информацию по теме исследования</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт сбора и анализа технологических данных о работе агрегатов черной металлургии с использованием цифровых технологий</p> <p>П-2 - Составлять аннотированную библиографию по теме исследования</p>

		Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление
	ПК-6 - Способность на основе системного подхода строить модели для описания и прогнозирования явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ с оценкой пределов применимости полученных результатов	З-2 - Определять технико-экономические показатели процессов черной металлургии и факторы, оказывающие доминирующее влияние на них
Энерго- и ресурсосберегающие технологии производства чугуна	ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	<p>З-2 - Изложить принципы расчета экономической эффективности предложенных технических решений</p> <p>З-4 - Описать основные подходы к оценке экологических и социальных последствий внедрения инженерных решений</p> <p>У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений</p> <p>У-3 - Оценить экологические и социальные риски внедрения предложенных инженерных решений</p>
	ОПК-5 - Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности	<p>З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и типовой порядок планирования, организации и контроля выполнения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-3 - Перечислить основные разделы документов (технического задания, технических условий и т.п.), в соответствии с которыми выполняются работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования,</p>



		<p>технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-4 - Показать возможности использования цифровых технологий (создание цифровых двойников) для оптимизации работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-1 - Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-2 - Анализировать задания, распределять и объяснять их работникам коллектива при выполнении работ по созданию, установке и модернизации оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-3 - Оценивать исполнение работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем на соответствие регламентам</p> <p>У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>П-1 - Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы</p> <p>П-2 - Провести контроль выполнения заданий с учетом соответствия регламентам, срокам исполнения и материальным затратам</p> <p>Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий</p>
--	--	---

	<p>ОПК-6 - Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта</p>	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>З-3 - Объяснить принципы энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p>
--	--	---

	Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности
ПК-1 - Способен проводить анализ технологических процессов для выбора путей, мер и средств совершенствования техники и технологии, и управления качеством продукции на объектах черной металлургии	<p>З-1 - Формулировать теоретические основы технологий получения черных металлов</p> <p>З-2 - Изложить требования к качеству продукции всех процессов получения черных металлов</p> <p>З-4 - Характеризовать влияние физико-химические процессов на производительность и эксплуатационную надежность основного оборудования цехов черной металлургии</p> <p>У-1 - Обосновывать выбор технологического режима доменной плавки для обеспечения высоких технико-экономических показателей процесса при заданных сырьевых условиях и требований к качеству чугуна с использованием методик расчета технологического режима</p> <p>У-2 - Обосновывать выбор технологического режима процессов окускования железорудного сырья для обеспечения заданного качества продукции при высоких технико-экономических показателях работы агрегатов с использованием методик расчета технологических режимов</p> <p>У-4 - Обосновывать мероприятия, направленные на повышение производительности и эксплуатационной надежности основного оборудования цехов черной металлургии</p> <p>П-1 - Разрабатывать технологические мероприятия и выполнять конструкторские расчеты основного оборудования, направленные на повышение эффективности процессов черной металлургии</p> <p>Д-1 - Демонстрировать интерес к профессиональной деятельности и стремление к расширению профессиональных знаний</p>
ПК-2 - Способен разрабатывать технико-	З-1 - Формулировать основные критерии эффективности процессов черной

<p>экономическое обоснование инновационных решений в области производства черных металлов и разрабатывать предложения для технической и технологической документации технологических объектов черной металлургии.</p>	<p>металлургии и обосновывать технологические и конструкторские решения, направленные на их повышение</p> <p>З-2 - Характеризовать современные тенденции развития технологических процессов и конструкций агрегатов черной металлургии</p> <p>З-3 - Изложить правила формирования технического задания на создание новой технологии получения черных металлов</p> <p>П-1 - Разрабатывать технологическую часть технического задания на сквозную технологию получения черных металлов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать самостоятельность при работе со специальной литературой с целью поиска и анализа современных тенденций в области производства черных металлов</p>
<p>ПК-3 - Способен разрабатывать предложения по обеспечению безопасности производства черных металлов на основе оценки рисков в области этических, экологических и коммерческих ограничений в инженерной практике</p>	<p>З-1 - Объяснять экологическую опасность металлургических агрегатов и характеризовать технологические приемы сокращения экологически вредных выбросов</p> <p>З-2 - Привести примеры рисков в области этических, экологических и коммерческих ограничений в инженерной практике</p> <p>З-3 - Объяснять методику выполнения расчетов загрязняющих веществ в области производства чугуна, стали и ферросплавов</p> <p>У-1 - Идентифицировать опасный производственный объект на основе экологического анализа технологического агрегата</p> <p>П-1 - Выполнять задания по расчету выбросов загрязняющих веществ в области производства чугуна, стали и ферросплавов</p>
<p>ПК-4 - Способен определять организационно-технические мероприятия по обеспечению производства черных металлов в соответствии</p>	<p>З-1 - Характеризовать основные технологические режимы и организационно-технические мероприятия, направленные на обеспечение производства черных металлов в соответствии с технологическими инструкциями работы технологических агрегатов</p>

	<p>с нормативной технической и технологической документацией</p>	<p>У-1 - Исходя из данных мониторинга технологического процесса получения черных металлов выявлять отклонения от заданного технологического режима и предлагать решения по его корректировке</p> <p>П-1 - Выполнять задания по выбору технологических мероприятий, направленных на стабилизацию процессов получения черных металлов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень самостоятельности при работе с нормативно-технической документацией, со специальной литературой</p>
	<p>ПК-5 - Способен осуществлять анализ научно-технической информации и результатов исследований в области производства черных металлов, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований</p>	<p>З-1 - Характеризовать основные направления научно-исследовательских работ в области черной металлургии на современном этапе развития</p> <p>У-1 - Систематизировать технологическую информацию о работе металлургического агрегата черной металлургии для решения конкретной исследовательской задачи</p> <p>У-2 - Систематизировать и обобщать научно-техническую информацию по теме исследования</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт сбора и анализа технологических данных о работе агрегатов черной металлургии с использованием цифровых технологий</p> <p>П-2 - Составлять аннотированную библиографию по теме исследования</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
	<p>ПК-6 - Способность на основе системного подхода строить модели для описания и прогнозирования явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ с оценкой пределов применимости полученных результатов</p>	<p>З-2 - Определять технико-экономические показатели процессов черной металлургии и факторы, оказывающие доминирующее влияние на них</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Современные технологии производства**  
**стали и сплавов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Бурмасов Сергей Петрович	кандидат технических наук, доцент	Профессор	металлургии железа и сплавов
2	Гудов Александр Геннадьевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	металлургии железа и сплавов
3	Егиазарьян Денис Константинович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	металлургии железа и сплавов
4	Некрасов Илья Владимирович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	металлургии железа и сплавов

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Инженерная школа новой индустрии**

Протокол № 20220331-31 от 31.03.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1.	Введение	Современное состояние и перспективы развития сталеплавильного производства.
P2.	Актуальные вопросы теории сталеплавильных процессов	Современные представления о характере ближнего упорядочения атомов металлических расплавов. Основы теории жидкости с позиций статистической механики. Статистическая сумма и конфигурационный интеграл. Метод (модель) ячеек в статистической теории жидкости. Метод функций распределения в статистической теории жидкости. Проблема модельных потенциалов в статистической теории жидкости. Потенциал Леннард-Джонса. Псевдопотенциал. Статистические модели многокомпонентных систем. Идеальный раствор. Статистические модели многокомпонентных систем. Регулярные растворы. Статистические модели многокомпонентных систем. Квазихимическое приближение. Термодинамический формализм в теории растворов. Бинарные растворы. Термодинамический формализм в теории растворов. Тройные и многокомпонентные растворы. Проблема неравновесности жидкого металла и технологические резервы повышения качества стали.
P3.	Актуальные вопросы выплавки стали	Современное состояние и пути прогресса в кислородно-конвертерном производстве стали. Проблема повышения стойкости футеровки кислородных конвертеров. Комплекс технологических решений. Современное состояние и пути прогресса выплавки стали в сверхмощных дуговых печах. Проблема вспенивания шлаков при выплавке стали в



		сверхмощных дуговых печах. Технологические решения. Проблема энергосбережения в современном дуговом сталеплавильном процессе. Пути решения. Проблема качества полупродукта при выплавке стали с использованием современных ДСП.
<b>Р4.</b>	Актуальные вопросы внепечной обработки	Современное состояние внепечного вакуумирования стали. Перспективы ковшевого и порционного вакуумирования. Проблемы перемешивания металла и компенсации тепловых потерь при вакуумировании стали. Пути технологического решения. Современное состояние внепечной обработки стали открытыми процессами. Пути прогресса. Проблемы интенсификации процессов и компенсации тепловых потерь при внепечной обработке стали в условиях атмосферного давления. Теоретические и технологические проблемы глубокого обезуглероживания железо-хромистых расплавов. Производство сталей, устойчивых против локальной коррозии. Теоретические проблемы. Пути технологического решения.
<b>Р5.</b>	Актуальные вопросы непрерывной разливки	Современное состояние и пути прогресса непрерывной разливки стали. Проблема внешних дефектов непрерывнолитой заготовки и разливка под шлакообразующими смесями. Пути совершенствования ШОС. Проблема качества осевой зоны непрерывнолитой заготовки. Мягкое обжатие слитка в зоне двухфазного состояния. Проблема повышения производительности МНЛЗ. Современные направления совершенствования профиля кристаллизаторов.
<b>Р6.</b>	Актуальные вопросы спецэлектрметаллургии и производства ферросплавов	Проблемы использования и тенденции развития спецэлектрметаллургии. Сравнительная эффективность рафинирующих переплавных процессов при производстве сталей специального назначения. Оптимизация электрических режимов. Пути совершенствования флюсов ЭШП. Повышение качества макро- и микроструктуры слитка. Современное состояние и пути прогресса производства ферросплавов. Анализ проблем минерально-сырьевой базы. Выбор и подготовка минерального и техногенного сырья к плавке. Производство ферросплавов с пониженным содержание нежелательных примесей. Физико-химические и технологические основы получения комплексных ферросплавов для микролегирования и модифицирования.
<b>Р7.</b>	Основы технологического проектирования агрегатов и систем производства стали и сплавов	Понятие технологического проектирования. Исходные данные для проектирования. Структура проекта. Обоснование технологических и проектных решений. Учет особенностей качества исходного сырья и марочного сортамента стали и сплавов. Расчет материальных и энергетических потоков. Расчет конструкций агрегатов. Основные проектные решения, направленные на повышения энергоэффективности.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Современные технологии производства стали и сплавов**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Рощин, В. Е.; Электрометаллургия и металлургия стали : учебник.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617668> (Электронное издание)
2. Рощин, В. Е.; Физика пирометаллургических процессов : учебник.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617669> (Электронное издание)
3. Рощин, В. Е.; Структуры стальных слитков и дефекты деформированного металла в заготовках : учебник.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617670> (Электронное издание)
4. ; Проектирование цехов сталеплавильного производства : учебник.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617691> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Кудрин, В. А.; Теория и технология производства стали : Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Металлургия черных металлов" направления подгот. дипломир. специалистов "Металлургия".; Мир : АСТ, Москва; 2003 (45 экз.)
2. Кудрин, В. А.; Внепечная обработка чугуна и стали; Металлургия, Москва; 1992 (3 экз.)
3. Поволоцкий, Д. Я., Мальков, Н. В., Рощин, В. Е.; Электрометаллургия стали и ферросплавов : Учебник.; Металлургия, Москва; 1995 (3 экз.)
4. Кнюппель, Кнюппель Г., Еланский, Г. Н.; Раскисление и вакуумная обработка стали Ч. 2. Основы и технология ковшовой металлургии; Металлургия, Москва; 1984 (3 экз.)
5. ; Машины и агрегаты металлургических заводов : Учеб. для вузов. Т. 2. Машины и агрегаты сталеплавильных цехов; Металлургия, Москва; 1988 (71 экз.)
6. Каблуковский, А. Ф.; Производство электростали и ферросплавов; Академкнига, Москва; 2003 (23 экз.)
7. , Буланов, Л. В., Корзунин, Л. Г., Парфенов, Е. П., Юровский, Н. А., Авдонин, В. Ю., Шалаев, Г. А.; Машины непрерывного литья заготовок. Теория и расчет; Марат, Екатеринбург; 2004 (6 экз.)
8. Нисковских, В. М., Беренов, А. Д., Карлинский, С. Е.; Машины непрерывного литья слывовых заготовок; Металлургия, Москва; 1991 (15 экз.)
9. Лякишев, Н. П., Шалимов, А. Г.; Развитие технологии непрерывной разливки стали; ЭЛИЗ, Москва; 2002 (7 экз.)
10. Емельянов, В. А.; Тепловая работа машин непрерывного литья заготовок : Учеб. пособие для вузов.; Металлургия, Москва; 1988 (8 экз.)
11. Поволоцкий, Д. Я.; Устройство и работа сверхмощных дуговых сталеплавильных печей; Металлургия, Москва; 1990 (6 экз.)
12. Никольский, Л. Е., Зинуров, И. Ю.; Оборудование и проектирование электросталеплавильных цехов : Учеб. пособие для вузов.; Металлургия, Москва; 1993 (30 экз.)
13. ; Проектирование электрометаллургических цехов : Учеб. пособие для вузов по специальности

"Металлургия чер. металлов".; Вища школа, Киев; Донецк; 1987 (6 экз.)

14. Гасик, М. И., Емлин, Б. И., Лякишев, Н. П.; Теория и технология производства ферросплавов : Учебник для вузов.; Metallurgia, Москва; 1988 (5 экз.)

15. , Зайко, В. П., Жучков, В. И., Леонтьев, Л. И., Карноухов, В. Н., Воронов, Ю. И.; Технология ванадийсодержащих ферросплавов : [моногр.]; Академкнига, Москва; 2004 (8 экз.)

16. Григорян, В. А., Белянчиков, Л. Н., Стомахин, А. Я.; Теоретические основы электросталеплавильных процессов; Metallurgia, Москва; 1987 (15 экз.)

17. , Свенчанский, А. Д., Жердев, И. Т., Кручинин, А. М.; Электрические промышленные печи: Дуговые печи и установки специального нагрева : Учебник для вузов по специальности "Электротерм. установки"; Энергоиздат, Москва; 1981 (23 экз.)

18. Мысик, В. Ф., Ярошенко, Ю. Г.; Основы проектирования мини- и микрометаллургических заводов : учебное пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата и магистратуры по направлению подготовки - Metallurgia код 150400.; УрФУ, Екатеринбург; 2012 (10 экз.)

19. Мысик, В. Ф., Журавлев, А. А.; Проектирование и оборудование кислородно-конвертерных цехов : учебное пособие.; УрФУ, Екатеринбург; 2011 (15 экз.)

20. Мысик, В. Ф., Лозовая, Е. Ю., Павлов, В. А.; Выбор и расчет оборудования электросталеплавильных цехов : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2006 (5 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

### **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Современные технологии производства стали и сплавов**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Энерго- и ресурсосберегающие технологии**  
**производства чугуна**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Гилева Лариса Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	металлургии железа и сплавов
2	Загайнов Сергей Александрович	доктор технических наук, доцент	Профессор	металлургии железа и сплавов
3	Каплун Лев Исаакович	доктор технических наук, старший научный сотрудник	Профессор	металлургии железа и сплавов

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Инженерная школа новой индустрии**

Протокол № 20220331-31 от 31.03.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1.	Введение	Структура современной технологической схемы экстракции черных металлов из природного и техногенного сырья. Энергетические затраты в основных технологических процессах экстракции черных металлов из природного и техногенного сырья.
P2.	Физико-химические основы процессов выплавки чугуна в доменных печах	Закономерности восстановления оксидов железа и примесей. Закономерности формирования столба шихтовых материалов. Закономерности движения шихты и газов в доменной печи. Закономерности теплообмена. Переходные процессы доменной плавки.
P3.	Современные достижения теории доменного процесса	Использование закономерностей развития физико-химических явлений для выбора технологических режимов доменной плавки и конструкции печей.
P4.	Энергоэффективные технологии выплавки чугуна в доменных печах.	Факторы, определяющие энергоэффективность доменного процесса. Форсированные режимы работы доменных печей. Вдувание пылеугольного топлива.
P5.	Современные подходы к управлению доменным процессом	Задачи управления доменным процессом. Управление тепловым состоянием доменной печи. Управление газодинамическими процессами доменной плавки. Управление загрузкой материалов в доменные печи.
P6.	Совершенствование технологии процессов окускования с целью	Удельные энергозатраты на производство агломерата и окатышей. Соотношение расходов твердого, газообразного топлива и электроэнергии. Анализ влияния на тепловой баланс агломерации компонентного и гранулометрического состава

	сокращения удельных энергозатрат.	шихт, качества их подготовки, технологических параметров процесса спекания. Влияние крупности топлива, применения извести, качества окомкования, предварительного подогрева шихты, разрежения, высоты спекаемого слоя и т.д. Подготовка твердого топлива (дробление, грохочение, классификация). Использование заменителей коксовой мелочи. Подготовка известняка. Подготовка извести и оптимальные технологические схемы ее использования. Варианты подогрева аглошихты. Совершенствование начального периода агломерации (в т.ч. зажигания шихты). Ступенчатая тепловая схема агломашины, тепловая схема обжиговой машины. Тепловые КПД агрегатов, КИТ агломашин. Анализ тепловых схем и основные направления для выбора технологий с минимумом энергозатрат. Основные варианты утилизации тепла горячего агломерата и его подачи в технологический процесс. Рециркуляция отходящих газов агломашины. Возможное сокращение энергозатрат по предлагаемым тепловым схемам. Варианты современных тепловых схем обжиговых машин. Возможные варианты повышения их теплового КПД.
<b>Р7.</b>	Основы технологического проектирования агрегатов и систем рудотермических процессов экстракции черных металлов из природного и техногенного сырья	Понятие технологического проектирования. Исходные данные для проектирования. Структура проекта. Обоснование технологических и проектных решений. Расчет материальных и энергетических потоков. Расчет конструкций агрегатов. Основные проектные решения, направленные на повышения энергоэффективности.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Энерго- и ресурсосберегающие технологии производства чугуна

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Лялюк, В. П.; Теоретические основы процессов горения топлива и газодинамики доменной плавки : монография.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564308> (Электронное издание)
2. Лялюк, В. П.; Моделирование процессов доменной плавки : монография.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/98427.html> (Электронное издание)
3. ; Качество кокса и перспективы доменной плавки; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/98414.html> (Электронное издание)
4. ; Подготовка металлургического сырья для доменной и бездоменной металлургии железа : учебник.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617665>

(Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. , Вегман, Е. Ф., Жеребин, Б. Н., Похвиснев, А. Н., Юсфин, Ю. С., Курунов, И. Ф., Пареньков, А. Е., Черноусов, П. И.; *Металлургия чугуна : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 110100 "Металлургия черных металлов" и металлург. специальностям.*; Академкнига, Москва; 2004 (15 экз.)
2. ; *Основы теории и технологии доменной плавки*; УрО РАН, Екатеринбург; 2005 (11 экз.)
3. Малыгин, А. В., Малыгин, А. В.; *Рудоподготовительные процессы в плавильном производстве : [учебное пособие]*; УрФУ, Екатеринбург; 2016 (4 экз.)
4. Коротич, В. И., Фролов, Ю. А., Каплун, Л. И., Коротич, В. И.; *Теоретические основы технологий окускования металлургического сырья. Агломерация : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Металлургия чер. металлов".*; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2005 (10 экз.)
5. , Онорин, О. П., Спириин, Н. А., Терентьев, В. Л., Гилева, Л. Ю., Рыболовлев, В. Ю., Косаченко, И. Е., Лавров, В. В., Терентьев, А. В.; *Компьютерные методы моделирования доменного процесса*; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2005 (6 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

ЭБС "Лань" Издательство "Лань" <http://e.lanbook.com/>

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Известия вузов : [журнал]. Черная металлургия .— <URL:<https://fermet.misis.ru/jour/issue/archive>>.

Сталь : [журнал]- <URL:<https://www.imet.ru/Архив-журналов>>

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

База данных (БД) ВИНТИ РАН <http://www.viniti.ru/products/viniti-database>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Энерго- и ресурсосберегающие технологии производства чугуна**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
--------------	---------------------	--	--



1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>M365AppsForEnterpriseEDU ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr</p>