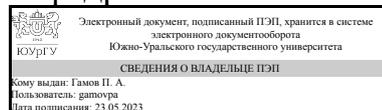


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



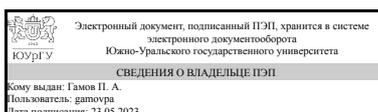
П. А. Гамов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.17.01 Metallургия чугуна
для направления 22.03.02 Metallургия
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Системный инжиниринг металлургических технологий
форма обучения заочная
кафедра-разработчик Пирометаллургические и литейные технологии

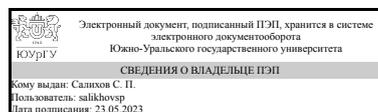
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

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



П. А. Гамов

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



С. П. Салихов

1. Цели и задачи дисциплины

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

Краткое содержание дисциплины

Производство черных металлов - мера промышленного развития и мощи страны. Развитие доменного производства. Масштабы современного доменного производства. Развитие металлургической науки, роль русских и зарубежных ученых. Металлургия, как наука, появление теоретической металлургии, возрастающее значение фундаментальных наук в развитии металлургии. Обзор развития черной металлургии России и главных стран мира. Особенности доменного процесса. Методы его экспериментального изучения. Развитие знаний о закономерностях доменного процесса. Теория доменного процесса как основа технологии доменного производства.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен использовать физико-математический аппарат, основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Знает: Сущность процессов восстановления. Термодинамические основы восстановительных процессов. Общие закономерности восстановления оксидов железа в доменной печи. Восстановление оксидов железа оксидом углерода, водородом и углеродом. Связь процессов восстановления оксидов железа монооксидом углерода с реакцией распада монооксида углерода. Условия протекания реакции распада оксида углерода. Равновесие реакций восстановления оксидов железа. Восстановление оксидов железа твердым углеродом. Термодинамика, механизм и кинетика прямого восстановления оксидов железа. Умеет: Оценивать влияние факторов на процесс восстановления Имеет практический опыт: Оценивать влияние факторов на процесс восстановления
ПК-2 Способен определять технологические меры для выполнения производственных	Знает: основные свойства, характеристики и особенности передельного чугуна

заданий выплавки полупродукта в кислородном конвертере	Умеет: проводить расчеты шихты для доменной печи и составления материального и теплового балансы доменной плавки Имеет практический опыт: оценки эффективности способов интенсификации доменного процесса
--	--

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Электротермия в металлургии, Технология и оборудование сварочного производства, Введение в направление подготовки, Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр), Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая) (6 семестр)	Металлургия и электрометаллургия стали, Производственная практика (преддипломная) (10 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Введение в направление подготовки	Знает: последовательность и требования к осуществлению поисковой и аналитической деятельности для решения поставленных задач Умеет: анализировать и систематизировать, и синтезировать информацию, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности Имеет практический опыт: владеет навыками поиска информации и практической работы с информационными источниками; владеет методами принятия решений
Электротермия в металлургии	Знает: роль электротермических процессов в ДСП, основные технологические процессы производства металлов методами электротермии, роль электротермических процессов при внепечной обработке Умеет: понимать и влиять на электротермические характеристики ДСП, использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности, использовать фундаментальные общеинженерные знания Имеет практический опыт: управления технологическими процессами на ДСП, расчета электротермических процессов, управления технологическими процессами на АКП
Технология и оборудование сварочного производства	Знает: Технологические особенности производства узлов и конструкций в машиностроении, классификации и маркировку материалов и оборудования, основы обеспечения технологических процессов, Средства

	<p>механизации и автоматизации сварочных и сопутствующих вспомогательных операций Умеет: Выбирать оптимальные способы сварки для конкретных условий изготовления сварных металлоконструкций, применять на практике выбор технологии для практической деятельности при изготовлении сварных конструкций., Контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий Имеет практический опыт: Навыками работы с нормативно-технической и справочной документацией., Рассчитать и оценить свариваемость металла или сплава, прогнозировать возможность появления дефектов в сварном соединении.</p>
<p>Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)</p>	<p>Знает: основные принципы работы металлургических предприятий, социальную значимость своей будущей профессии, способы самоорганизации и методы самообразования, основное оборудование для разлива стали, структуру металлургических предприятий Умеет: проводить сбор информации по технологическим процессам, осознавать социальную значимость своей будущей профессии, самоорганизовываться и самообразовываться, проводить визуальный анализ качества металлургической продукции, определять задачи охватывающие различные инженерные дисциплины Имеет практический опыт: сбора и анализа информации по технологическим процессам, знакомства с металлургическими предприятиями, предварительной оценки качества металлургических заготовок</p>
<p>Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая) (6 семестр)</p>	<p>Знает: реальный технологический процесс и его связь с теоретическими знаниями, технологический процесс металлургического предприятия, современные возможности проблемы применения ИИ в металлургических процессах, основное оборудование металлургических предприятий Умеет: планировать и интерпретировать результаты влияния на реальный технологический процесс, работать в коллективе металлургического предприятия, оценивать ИИ как инструмент для улучшения технологического процесса Имеет практический опыт: применения теоретических знаний на практике, работы в цехе металлургического предприятия, использования современных программ в металлургических процессах, проектно-технологической оценки технологий и оборудования металлургических предприятий</p>

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	
		8	
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	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	117,5	117,5	
Подготовка к экзамену	57,5	57,5	
Выполнение расчетных заданий	60	60	
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	Общая характеристика доменного процесса	2	2	0	0
2	Движение материалов и газов в доменной печи	2	2	0	0
3	Процессы испарения, разложения и восстановления в доменной печи	2	2	0	0
4	Образование шлака в доменной печи. Поведение серы в доменной печи. Процессы в горне доменной печи. Расчет шихты. Методы интенсификации доменного процесса. Материальный и тепловой балансы доменной плавки	6	2	4	0
5	Устройство доменной печи. Комплекс доменной печи	4	0	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Схема современного доменного производства. Сырые материалы доменной плавки	2
2	2	Противоток материалов и газов в доменной печи его организация. Требования к газопроницаемости и распределению материалов. Рациональное распределение материалов и газового потока печи. Движение шихтовых материалов в доменной печи. Силы действующие на столб материалов (гравитационные, трения внутри слоя и о стенки печи, подпор газового потока). Пути устранения подвисаний шихтовых материалов и достижения ровного хода печи. Перераспределение материалов при движении от колошника до горна. Скорость опускания материалов. Методы замера скорости опускания материалов. Движение газов в доменной печи.	2

		<p>Газопроницаемость насыпных масс материалов; аналитическое и экспериментальные методы ее определения. Факторы, определяющие газопроницаемость столба шихты. Газопроницаемость движущейся шихты, методы достижения высокой газопроницаемости. Основные факторы, определяющие газопроницаемость столба пихтовых материалов в доменной печи. Влияние распределения компонентов шихты на распределение газового потока по горизонтальным сечениям доменной печи. Типы газовых потоков. Схемы засыпных устройств: двухконусного, клапанноконусного, лоткового. Распределение материалов по горизонтальным сечениям и технологические требования к нему. Регулирование распределения материалов при загрузке, параметры загрузки и засыпных устройств. Влияние изменения величины зазора между конусом и стенкой колошника, уровня засипи, массы подачи, массы порции, порядка загрузки на распределение материалов по горизонтальным сечениям печи. Влияние гранулометрического состава материалов. Распределение материалов и газового потока по окружности печи. Схема, работы вращающегося распределителя, его недостатки. Новые принципы работы вращающихся распределителей. Контроль распределения материалов по окружности и его влияние на результаты работы печи.</p>	
3	3	<p>Процессы испарения, разложения и восстановления в доменной печи Испарение влаги и разложение гидратов. Удаление летучих веществ кокса. Разложение карбонатов. Термодинамика разложения карбонатов. Механизм и кинетика разложения карбонатов. Влияние температуры, скорости газового потока, давления, размера кусков на скорость разложения карбонатов. Особенности разложения известняка в доменной печи, диаграмма разложения. Сущность процессов восстановления. Термодинамические основы восстановительных процессов. Общие закономерности восстановления оксидов железа в доменной печи. Восстановление оксидов железа оксидом углерода, водородом и углеродом. Связь процессов восстановления оксидов железа монооксидом углерода с реакцией распада монооксида углерода. Условия протекания реакции распада оксида углерода. Равновесие реакций восстановления оксидов железа. Восстановление оксидов железа твердым углеродом. Термодинамика, механизм и кинетика прямого восстановления оксидов железа.</p>	2
4	4	<p>Распределение оксидов, поступающих печь с шихтой между чугуном и шлаком. Спекание рудной части шихты. Размягчение рудной части шихты. Усадка слоя размягченной шихты. Первичный шлак. Влияние качества материалов, характера распределения температуры в рабочем пространстве печи на тип первичного шлака. Промежуточный шлак. Изменение химического состава шлака, его температуры плавления и количества. Растворение в шлаке на уровне фурм золы кокса. Конечный шлак. Верхний шлак и нижний шлак. Плавкость шлака, Диаграмма плавкости доменных шлаков. Поверхностное натяжение шлака. Влияние поверхностного натяжения на характер движения материалов и газов и распределение газов по сечению печи. Температура каплеобразования шлаков. Влияние химического состава шлака на температуру каплеобразования. Серопоглощительная способность. Строение жидких шлаков и их основные свойства. Молекулярная теория строения жидких шлаков. Теория ионного строения жидких шлаков. Влияние свойств и количества шлака на работу доменной печи. Состав и свойства доменных шлаков и методы их описания. Составы шлаков производства передельного, литейного и зеркального чугуна и ферросплавов. Принцип построения диаграмм тройных систем. Диаграммы температур плавления шлаков. Шлаки устойчивые и неустойчивые. Вязкость шлака. Действительная и кажущаяся вязкость. Диаграммы вязкости доменных шлаков. Влияние состава шлаков на их вязкость. Шлаки длинные и короткие. Сера в шихтовых материалах. Переход серы в газовую фазу. Циркуляция серы между горном и распаром и шахтой печи. Распределение</p>	2

		<p>серы между чугуном и шлаком. Термодинамические и кинетические закономерности процесса десульфурации чугуна в доменной печи. Коэффициент распределения серы между шлаком и чугуном. Влияние основности шлака, температуры, содержания в шлаке магнезии и глинозема, кратности шлака, расхода кокса и др. на коэффициент распределения серы. Десульфурация чугуна вне доменной печи. Горение углерода кокса у фурм. Механизм и кинетика процесса. Зоны горения окислительные и циркуляционные перед фурмами, их влияние на работу печи и состав газа в горне. Изменение температуры, состава и давления газа по радиусу горна печи. Состав горновых газов. Изменение состава газа при движении от горна до колошника. Размеры зон горения и факторы, определяющие их. Окисление элементов чугуна перед фурмами и их повторное восстановление ниже уровня воздушных фурм. Роль этого явления в доменном процессе. Изменение температуры по сечению и высоте доменной печи. Температура в горне. Теоретическая температура горения у фурм. Изменение температуры по высоте печи, теплообмен в печи. Первая и вторая ступени теплообмена, холостая высота. Изменения температуры по сечению печи, поля изотерм. Изменение состава газа по сечению и высоте печи. Изменение давления газов в доменной печи. Влияние количества и температуры дутья, высоты столба материалов в печи, качества шихтовых материалов и метода их загрузки, количества и вязкости первичных и промежуточных шлаков. Расчет шихты. Материальный баланс доменной плавки. Тепловой баланс доменной плавки. Зональные тепловые балансы.</p>	
--	--	--	--

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	4	Расчет шихты. Материальный баланс доменной плавки. Определение состава доменного шлака. Работа с тройными диаграммами	4
3-4	5	Методики расчета геометрии доменной печи	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	Воскобойников, В. Г. Общая металлургия Учеб. для вузов по направлению "Металлургия" В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. А. Якушев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Академкнига, 2005. - 764, [4] с. ил.	8	57,5
Выполнение расчетных заданий	Воскобойников, В. Г. Общая металлургия Учеб. для вузов по направлению "Металлургия" В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. А. Якушев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Академкнига, 2005. - 764, [4]	8	60

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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	8	Текущий контроль	Расчет материального баланса	1	20	Критерии оценки: Правильность расчетов - все верно 5 баллов, есть незначительные ошибки - 4 балла, есть грубые ошибки, но логика расчета верна - 3 балла, расчет сдан но не верен 2 балла; Оформление расчета, таблиц и рисунков - все таблицы, рисунки и расчет выполнены в соответствии с ГОСТ 7.32-2017 - 5 баллов, за каждую ошибку снимается по 0,5 баллов. Сдача заданий в срок: две недели после выдачи - 5 баллов, от 2 недель до месяца - 3 балла, работа сдана позже чем через месяц - 1 балл; Защита работы: защита работы - это объяснение процесса расчета выполненного в домашних условиях. - ответил на 5 вопросов преподавателя - 5 баллов, за каждый неправильный ответ минус один балл.	экзамен
2	8	Текущий контроль	Контрольный опрос	1	15	3 раза проводится процедура опроса по пройденному материалу. Студенту задаются 3 вопроса. Если ответил без ошибок 2 балла за вопрос, ответ с ошибкой 1 балл, неправильный ответ 0 баллов. Всего 18 баллов в семестре.	экзамен
3	8	Текущий контроль	Расчёт профиля доменной печи	1	20	Критерии оценки: Правильность расчетов - все верно 5 баллов, есть незначительные ошибки - 4 балла, есть грубые ошибки, но логика расчета верна - 3 балла, расчет сдан но не верен 2 балла; Оформление расчета, таблиц и рисунков - все таблицы, рисунки и расчет выполнены в соответствии с ГОСТ 7.32-2017 - 5 баллов, за каждую ошибку снимается по 0,5 баллов. Сдача заданий в срок: две недели после	экзамен

						выдачи - 5 баллов, от 2 недель до месяца - 3 балла, работа сдана позже чем через месяц - 1 балл; Защита работы: защита работы - это объяснение процесса расчета выполненного в домашних условиях. - ответил на 5 вопросов преподаватели - 5 баллов, за каждый неправильный ответ минус один балл.	
4	8	Бонус	активная работа на занятиях	-	15	Участие в работе на каждом занятии 1 балл за занятие, ответы на вопросы преподавателя - 1 балл за правильный ответ (но не больше 3 баллов за занятие). За все занятия не больше 15 баллов.	экзамен
5	8	Текущий контроль	Проверка конспекта лекций	1	20	Если перед экзаменом конспект лекций есть в полном объёме то выставляется 2 балла, если частично то 1 балл. Всего 10 тем.	экзамен
6	8	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	40	Студент получает случайный билет с двумя вопросами. Подготавливает письменный ответ по билету. Время подготовки 30 минут. В случае необходимости устное обсуждение ответов. Правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Правильный ответ с небольшими ошибками соответствует 15 баллам. Правильный ответ с грубыми ошибками соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0.	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: $\text{Ррейт} = \text{Ртек} + \text{б}$. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга и может получить оценку по дисциплине согласно п. 2.4 Положения. Процедура проведения промежуточной аттестации следующая: Студент получает случайный билет с двумя вопросами.</p> <p>Подготавливает письменный ответ по билету. Время подготовки 30 минут. В случае необходимости устное обсуждение ответов. Правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Правильный ответ с небольшими ошибками соответствует 15 баллам. Правильный ответ с грубыми ошибками соответствует 5 баллам. Неправильный</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-1	Знает: Сущность процессов восстановления. Термодинамические основы восстановительных процессов. Общие закономерности восстановления оксидов железа в доменной печи. Восстановление оксидов железа оксидом углерода, водородом и углеродом. Связь процессов восстановления оксидов железа монооксидом углерода с реакцией распада монооксида углерода. Условия протекания реакции распада оксида углерода. Равновесие реакций восстановления оксидов железа. Восстановление оксидов железа твердым углеродом. Термодинамика, механизм и кинетика прямого восстановления оксидов железа.	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: Оценивать влияние факторов на процесс восстановления	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: Оценивать влияние факторов на процесс восстановления	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Знает: основные свойства, характеристики и особенности передельного чугуна	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: проводить расчеты шихты для доменной печи и составления материального и теплового балансы доменной плавки	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: оценки эффективности способов интенсификации доменного процесса	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Воскобойников, В. Г. Общая металлургия Учеб. для вузов по направлению "Металлургия" В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. А. Якушев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Академкнига, 2005. - 764, [4] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. 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.

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

1. Сталь, Электрометаллургия, Металлург, Национальная металлургия, Stal und Eisen

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические пособия для самостоятельной работы студента

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические пособия для самостоятельной работы студента

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Основы металлургического производства : учебник / В. А. Бигеев, К. Н. Вдовин, В. М. Колокольцев, В. М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/90165 (дата обращения: 30.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ивлев, С. А. Металлургические технологии. Металлургия чёрных металлов : учебное пособие / С. А. Ивлев, М. П. Ключев. — Москва : МИСИС, 2017. — 45 с. — ISBN 978-5-906846-57-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/108106 (дата обращения: 30.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)
2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	115 (1)	Мультимедийная установка. Программно-аппаратный комплекс дистанционного обучения студентов (интерактивный класс) на базе лаборатории высокотемпературных процессов.
Практические занятия и семинары	115 (1)	Мультимедийная установка. Программно-аппаратный комплекс дистанционного обучения студентов (интерактивный класс) на базе лаборатории высокотемпературных процессов.