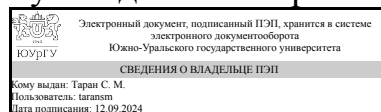


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



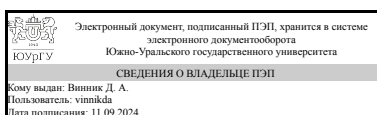
С. М. Таран

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.03 Аддитивные технологии в изготовлении деталей, узлов и агрегатов современного машиностроения
для направления 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Материаловедение и физико-химия материалов

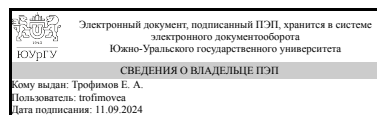
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, утверждённым приказом Минобрнауки от 24.04.2018 № 306

Зав.кафедрой разработчика,
Д.ХИМ.Н., доц.



Д. А. Винник

Разработчик программы,
д.хим.н., доц., профессор



Е. А. Трофимов

1. Цели и задачи дисциплины

Цель – дать студенту представление об основах аддитивного производства. Задачи – получение базовых теоретических знаний в области физических и химических процессов, протекающих при изготовлении изделий методами аддитивных технологий для использования их в практической профессиональной деятельности; определять и делать выбор оптимального способа аддитивных технологий для изделий металлургического назначения; уметь прогнозировать результаты технологических циклов, влияющих на качество изготавливаемой продукции.

Краткое содержание дисциплины

Основы химической термодинамики. Химическое и фазовое равновесия. Способы влияния на равновесие в системах. Фазовые превращения при нагреве и кристаллизации. Кинетика химических реакций. Кинетика гетерогенных процессов. Физические и химические процессы, протекающие при воздействии лазерного излучения на материалы. Процессы, протекающие при напылении порошков на подложку.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен разрабатывать новые конструкционные и функциональные материалы для продукции высокотехнологичных производств	Знает: теоретические и технологические основы аддитивного производства Умеет: применять знания по физико-химическим основам аддитивного производства в профессиональной деятельности Имеет практический опыт: решения задач связанных с теорией и технологией аддитивного производства

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.10 Перспективные композиционные материалы, 1.Ф.03 Прикладная термодинамика и кинетика, 1.Ф.05 Перспективные конструкционные и функциональные материалы на металлической основе	1.Ф.01 Физика деформации материалов, 1.Ф.02 Фазовые и структурные превращения в металлических и оксидных материалах, 1.Ф.08 Современные методы физико-химического анализа материалов

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

Дисциплина	Требования
1.Ф.05 Перспективные конструкционные и функциональные материалы на металлической	Знает: основные группы конструкционных и функциональных материалов на металлической

основе	основе, механизмы формирования их механических и физических свойств, мировые тренды в их дальнейших разработках Умеет: осуществлять оптимальный выбор конструкционных и функциональных материалов, в том числе, с использованием информационных технологий, анализировать влияние состава, структуры, режимов и способов обработки конструкционных и функциональных материалов на их эксплуатационные свойства Имеет практический опыт:
1.Ф.03 Прикладная термодинамика и кинетика	Знает: методы термодинамического анализа процессов фазообразования в многокомпонентных системах Умеет: Имеет практический опыт:
1.Ф.10 Перспективные композиционные материалы	Знает: методы получения композиционных материалов, основные группы композиционных материалов, механизмы формирования их механических и физических свойств, перспективные направления их дальнейшей разработки Умеет: обосновывать выбор композиционных материалов для изделий высокотехнологических производств Имеет практический опыт:

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		2
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75
Решение задач по разделу 2	6	6
Решение задач по разделу 3	6	6
Подготовка к экспресс-контролю по разделу 2	9	9
Подготовка к экспресс-контролю по разделу 3.	9	9
Подготовка к зачёту	5,75	5.75
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в аддитивное производство	8	4	4	0
2	Лазерные аддитивные технологии	12	6	6	0
3	Технологии напыления покрытий	12	6	6	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол- во часов
1	1	Введение. Понятие об аддитивных технологиях. Классификация аддитивных технологий. Аддитивные технологии как объект применения лазерных и газотермических процессов.	4
2	2	Лазерные технологии обработки материалов. Физические процессы, протекающие при обработке лучом лазера различных материалов. Тепловая модель взаимодействия лазерного излучения с материалами. Процессы передачи энергии лазерного излучения веществу. Приближенные оценки температуры нагрева. Диаграмма режимов лазерной обработки металлов и критические потоки.	2
3	2	Простейшая модель нагрева металлов при низких и высоких плотностях потоков лазерного излучения. Модель нагрева и разрушения металлов при неподвижном и движущемся источнике теплоты. Характерные зоны разогрева материала и распределение энергии. Уравнения теплового баланса для неподвижного и движущегося источника. Глубокое проплавление. Объемное испарение.	2
4	2	Процессы плавления порошков лазерным лучом. Влияние параметров процесса на свойства полученных изделий. технологии. Технологии плавления на подложке и прямого подвода энергии и материала.	2
5	3	Образование покрытия при газотермическом напылении Структура и свойства газотермических покрытий Факторы, влияющие на структуру и свойства газотермических покрытий. Применение газотермических покрытий. Материалы для газотермического напыления.	2
6	3	Образование покрытия при газотермическом напылении Структура и свойства газотермических покрытий Факторы, влияющие на структуру и свойства газотермических покрытий. Применение газотермических покрытий. Материалы для газотермического напыления. Холодное газодинамическое напыление металла. Механизм образование покрытия при ХГН.	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол- во часов
1	1	История развития аддитивных технологий.	2
2	1	Области применения аддитивных технологий.	2
3	2	Пористость материалов, полученных лазерным спеканием.	3
4	2	Определение глубины прогретого слоя и распределения температуры по глубине слоя при лазерном нагреве материала	3
5	3	Газодинамические процессы	3
6	3	Определение качества покрытий	3

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
Решение задач по разделу 2	ПУМД МПСР 1, гл. 1. ЭУМД 1, гл. 1; ЭУМД 7.	2	6
Решение задач по разделу 3	ПУМД МПСР 1, гл.6. ЭУМД 1, гл. 6; ЭУМД 7	2	6
Подготовка к экспресс-контролю по разделу 2	ПУМД осн. 1;	2	9
Подготовка к экспресс-контролю по разделу 3.	ПУМД. осн. 3	2	9
Подготовка к зачёту	ПУМД. осн. 1-3; ЭУМД 2, 3, 4, 8, 9.	2	5,75

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	2	Текущий контроль	Проверка решения задач по разделу 2	1	6	Студент решает 2 задачи по разделу. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). Правильно решенная и оформленная задача оценивается в 3 балла. Задача, решенная с погрешностями в расчетах или оформлении, оценивается в 2,5 балла. Задача решенная верно, но с существенными погрешностями, оценивается в 2 балла. Задача, решенная неверно или не решенная, не оценивается.	зачет
2	2	Текущий контроль	Проверка решения задач по разделу 3	1	6	Студент решает 2 задачи по разделу. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая	зачет

						система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). Правильно решенная и оформленная задача оценивается в 3 балла. Задача, решенная с погрешностями в расчетах или оформлении, оценивается в 2,5 балла. Задача решенная верно, но с существенными погрешностями, оценивается в 2 балла. Задача, решенная неверно или не решенная, не оценивается.	
3	2	Текущий контроль	Экспресс-контроль усвоения раздела 2	1	10	Студент отвечает на вопросы по теме раздела. Опрос проводится в виде тестирования (компьютерного либо в письменной форме). Ответы загружаются в электронную среду (ЮУрГУ 2.0). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179 и № 25-13/09 от 10.03.2022). Количество вопросов по разделу в тесте - 10, время на ответ 10 минут. Критерии оценивания тестирования: правильный ответ на заданный вопрос - 1 балл; неправильный ответ на заданный вопрос - 0 баллов.	зачет
4	2	Текущий контроль	Экспресс-контроль усвоения раздела 3	1	10	Студент отвечает на вопросы по теме раздела. Опрос проводится в виде тестирования (компьютерного либо в письменной форме). Ответы загружаются в электронную среду (ЮУрГУ 2.0). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179 и № 25-13/09 от 10.03.2022). Количество вопросов по разделу в тесте - 10, время на ответ 10 минут. Критерии оценивания тестирования: правильный ответ на заданный вопрос - 1 балл; неправильный ответ на заданный вопрос - 0 баллов.	зачет
5	2	Промежуточная аттестация	Контрольное мероприятие промежуточной аттестации (зачёт)	-	20	При оценивании результатов мероприятия (промежуточной аттестации) используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). Промежуточная аттестация проводится в форме тестирования (компьютерного или	зачет

					письменного) либо в письменном виде по билетам. В тесте 20 вопросов по темам, изученным в течение всего курса, Экзаменационный тест формируется как из вопросов тестов, пройденных во время экспресс-контроля усвоения разделов дисциплины, так и из тестовых вопросов к разделам, не охваченных экспресс-контролем. Время на прохождение теста 25 минут. Студенту дается 2 попытки, засчитывается лучшая из них. Правильный ответ на вопрос оценивается в 1 балл, неверный ответ оценивается в 0 баллов. Максимальное количество баллов 20. В билете 5 вопросов, на ответы дается 1 час. После проверки письменного ответа студенту могут быть заданы уточняющие вопросы по темам вопросов билета. Критерии оценивания ответов: правильный ответ на вопрос оценивается в 4 балла; правильный ответ с погрешностями оценивается в 3 балла; неполный ответ оценивается в 2 балла; неправильный ответ на вопрос или отсутствие ответа оцениваются в 0 баллов. Максимальное количество баллов – 20.	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). Оценка за дисциплину формируется на основе величины рейтинга обучающегося по дисциплине: "Зачтено" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100 %; "Незачтено" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (зачет) для улучшения своего итогового рейтинга по дисциплине.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-1	Знает: теоретические и технологические основы аддитивного производства	++	++	++	++	++
ПК-1	Умеет: применять знания по физико-химическим основам аддитивного	++	++	++	++	++

	производства в профессиональной деятельности								
ПК-1	Имеет практический опыт: решения задач связанных с теорией и технологией аддитивного производства	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Основы термодинамики и термодинамика растворов [Текст] учеб. пособие А. А. Лыкасов и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2006. - 50, [2] с. ил.
2. Поверхностные явления и химическая кинетика [Текст] учеб. пособие В. М. Жихарев, Ю. С. Кузнецов, Б. И. Леонович и др.; Челяб. гос. техн. ун-т, Каф. Физ.-хим. исслед. металлург. процессов ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1996. - 82, [2] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Григорьянц, А. Г. Основы лазерной обработки материалов. - М.: Машиностроение, 1989. - 301 с. ил.
2. Григорьянц, А. Г. Технологические процессы лазерной обработки [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности "Машины и технология высокоэффектив. процессов обраб. материалов" направления "Машиностр. технологии и оборудование" А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров ; под ред. А. Г. Григорьянца. - Изд. 2-е, стер. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. - 663 с.
3. Лазерная техника и технология Кн. 5 Лазерная сварка металлов / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов Учеб. пособие для техн. вузов: В 7 кн. Под ред. А. Г. Григорьянца. - М.: Высшая школа, 1988. - 207 с. ил.
4. Хасуи, А. Наплавка и напыление Пер. с яп. В. Н. Попова; Под ред. В. С. Степина, Н. Г. Шестеркина. - М.: Машиностроение, 1985. - 239 с. ил.

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

1. Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия науч.-техн. журн. Гос. технол. ун-т "Моск. ин-т стали и сплавов" (МИСиС), ЗАО "Калвис" журнал. - М., 2008-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Физическая химия [Текст] сб. упражнений и задач по направлению 150400 "Металлургия" В. И. Антоненко и др.; под ред. Г. Г. Михайлова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. физ. химии ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 444, [1] с. ил. электрон. версия

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Физическая химия [Текст] сб. упражнений и задач по направлению 150400 "Металлургия" В. И. Антоненко и др.; под ред. Г. Г. Михайлова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. физ. химии ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 444, [1] с. ил. электрон. версия

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронный каталог ЮУрГУ	Физическая химия [Текст] сб. упражнений и задач по направлению 150400 "Металлургия" В. И. Антоненко и др.; под ред. Г. Г. Михайлова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. физ. химии ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 444, [1] с. ил. электрон. версия http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000508586
2	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Жихарев, В. М. Химическое и фазовое равновесие [Текст] учеб. пособие В. М. Жихарев, Ю. С. Кузнецов, В. И. Шишков ; Челяб. политехн. ин-т им. Ленинского комсомола, Каф. Физ.-хим. исслед. металлург. процессов ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧПИ, 1986. - 56 с. ил. электрон. версия http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000031505
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кравченко, Е. Г. Аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие / Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина, В. Ю. Верещагин. — Комсомольск-на-Амуре : КНАГУ, 2018. — 140 с https://e.lanbook.com/book/151709 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Теория соединения металлических материалов в аддитивном производстве : учебное пособие / Н. И. Минаева, В. В. Пирогов, Т. Н. Боровик, В. В. Зуев. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 92 с. https://e.lanbook.com/book/171440 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Преображенская, Е. В. Теория соединения материалов в процессах аддитивного производства : учебное пособие / Е. В. Преображенская, И. В. Кудрявцев, Н. С. Баранова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 166 с. https://e.lanbook.com/book/171441). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Вейко, В. П. Введение в лазерные технологии : учебное пособие / В. П. Вейко, А. А. Петров, А. А. Самохвалов ; под редакцией В. П. Вейко. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2018. — 161 с. https://e.lanbook.com/book/136501 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Физическая химия. Теория и задачи : учебное пособие для вузов / Ю. П. Акулова, С. Г. Изотова, О. В. Проскурина, И. А. Черепкова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. https://e.lanbook.com/book/185893 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лосев, В. Ф. Физические основы лазерной обработки материалов : учебное пособие / В. Ф. Лосев, Е. Ю. Морозова, В. П. Ципилев. — Томск : ТПУ, 2011. — 199 с. https://e.lanbook.com/book/10277 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Синани, И. Л. Методы нанесения покрытий : учебное пособие / И. Л. Синани, Е. М. Федосеева, Г. А. Береснев. — Пермь : ПНИПУ, 2008. — 110 с. https://e.lanbook.com/book/160660 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ"
(<https://edu.susu.ru>)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Самостоятельная работа студента	101 (3д)	Компьютеры с доступом к локальной сети университета
Лекции	408 (1)	Компьютер, проектор, интерактивная доска
Практические занятия и семинары	314 (1)	Компьютер, проектор