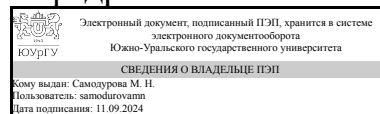


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



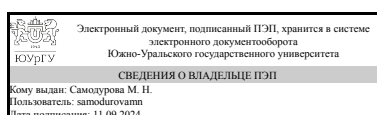
М. Н. Самодурова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М2.01 Материалы для аддитивного производства
для направления 15.04.01 Машиностроение
уровень Магистратура
магистерская программа Аддитивные технологии
форма обучения очная
кафедра-разработчик Информационно-измерительная техника

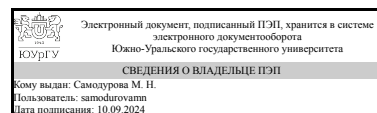
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 14.08.2020 № 1025

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



М. Н. Самодурова

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



М. Н. Самодурова

1. Цели и задачи дисциплины

Цель – изучение технологических особенностей производства материалов, для аддитивного производства (АП), а также получение комплекса знаний о связи технологических параметров со структурой и их свойствами. В ходе изучения дисциплины должно формироваться представление об особенностях, современном состоянии и перспективах развития производства материалов для решения профессиональных задач в области АП. Знание основ в данной области, позволит студенту иметь ценный инструмент в исследовательской карьере для ускорения существующих процессов и решения ранее неразрешимых задач. Задачи – получение знаний о материалах, используемых в АП; знать состав и марки материалов, их структуру и свойства, способы получения и создание новых материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами; уметь выбрать необходимый состав материала для определенного процесса АП.

Краткое содержание дисциплины

Освоение дисциплины включает в себя освоение студентами; инженерных навыков построения технологических процессов получения композиционных и порошковых материалов для аддитивного производства; знакомство студентов с различными металлическими и неметаллическими порошковыми материалами, их химическими, физическими, технологическими свойствами, а также методами оценки их качества; владения теоретическими основами и технологиями получения порошков различными способами их достоинствами, недостатками и основными областями применения; представления о связи способа и технологии получения материала с его характеристиками.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знает: основы технологических процессов получения изделий методами аддитивных технологий, оборудования и инструментов, сырья и расходных материалов; основные материалы для аддитивного производства, сырьё и расходные материалы, необходимые для реализации аддитивных технологий Умеет: физико-химические основы аддитивного производства; материалы применяемые в аддитивном производстве Имеет практический опыт: связывать состав и структуру материалов, способы их формирования с физическими, механическими, химическими, технологическими и эксплуатационными свойствами

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин,	Перечень последующих дисциплин,
------------------------------------	---------------------------------

видов работ учебного плана	видов работ
Нет	Технология детонационного напыления, Технология газотермического напыления, Технология лазерной наплавки, Управление проектами, Технология 3D-печати, Оборудование аддитивного производства, Технология селективного лазерного сплавления, Производственная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр)

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

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 ч., 147,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
Общая трудоёмкость дисциплины	288	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	128	32	96
Лекции (Л)	64	16	48
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	8	24
Лабораторные работы (ЛР)	32	8	24
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	140,25	103,75	36,5
Курсовое проектирование	36,5	0	36,5
Выполнение практических занятий	103,75	103,75	0
Консультации и промежуточная аттестация	19,75	8,25	11,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен, КР

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	История развития. Классификация порошковых материалов для аддитивного производства (АП)	16	8	4	4
2	Производство порошковых материалов для АП	34	18	8	8
3	Свойства порошковых материалов для АП	28	12	8	8
4	Исследование свойств порошковых материалов для АП	30	14	8	8
5	Использование и назначение порошковых материалов в АП	20	12	4	4

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Свойства порошковых материалов	4
2	1	Свойства порошковых материалов. Назначение. Составы	4
3	2	Сырье. Методы. Оборудование	6
4	2	Химические.	6
4	2	Оборудование для производства порошковых материалов	6
5	3	Физические	6
6	3	Технологические	6
6	4	Свойства ПМ влияющие на качественные характеристики	6
7	4	Методы. Оборудование. Анализ качества	6
10	4	Требования ПМ к аддитивному производству	2
8	5	Исследование физических, механических свойств ПМ	6
9	5	Материалы для газотермического напыления (ГТН). Материалы для лазерной наплавки (ЛН). Материалы для прототипирования	6

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Обсуждение подготовленных рефератов. Экскурсии на предприятия, в том числе, промышленных партнеров. Семинары с участием представителей промышленных предприятий ведущих специалистов в области использования АП. Обсуждение вопросов, связанных с задачами, поставленными по внедрению новых технологий в металлургическое производство и использованием новых материалов для АП	4
2	2	Обсуждение подготовленных рефератов. Экскурсии на предприятия, в том числе, промышленных партнеров. Семинары с участием представителей промышленных предприятий ведущих специалистов в области использования АП. Обсуждение вопросов, связанных с задачами, поставленными по внедрению новых технологий в металлургическое производство и использованием новых материалов для АП	6
3	2	Обсуждение вопросов, связанных с задачами, поставленными по внедрению новых технологий в металлургическое производство и использованием новых материалов для АП	2
4	3	Обсуждение подготовленных рефератов. Экскурсии на предприятия, в том числе, промышленных партнеров. Семинары с участием представителей промышленных предприятий ведущих специалистов в области использования АП. Обсуждение вопросов, связанных с задачами, поставленными по внедрению новых технологий в металлургическое производство и использованием новых материалов для АП	6
5	3	Обсуждение подготовленных рефератов	2
6	4	Обсуждение подготовленных рефератов	2
7	4	Обсуждение подготовленных рефератов. Экскурсии на предприятия, в том числе, промышленных партнеров. Семинары с участием представителей промышленных предприятий ведущих специалистов в области использования АП. Обсуждение вопросов, связанных с задачами, поставленными по внедрению новых технологий в металлургическое	6

		производство и использованием новых материалов для АП	
8	5	Определение технологических параметров для производства ПМ	2
9	5	Обсуждение подготовленных рефератов. Экскурсии на предприятия, в том числе, промышленных партнеров. Семинары с участием представителей промышленных предприятий ведущих специалистов в области использования АП. Обсуждение вопросов, связанных с задачами, поставленными по внедрению новых технологий в металлургическое производство и использованием новых материалов для АП	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Исследование свойств ПМ (физических, химических)	4
2	2	Исследование свойств ПМ (технологических)	6
3	2	Методы определения технологических параметров	2
4	3	Исследование структуры покрытия из разных материалов	6
5	3	Методы исследования структуры покрытия	2
6	4	Исследование структуры изделия выполненного прямым синтезом лазерной наплавки и 3-D прототипирования из разных материалов	6
7	4	Переработка ПМ	2
8	5	Выбор ПМ для процессов АП	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Курсовое проектирование	Гропянов А.В., Ситов Н.Н., Жукова М.Н. Порошковые материалы: учебное пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2017. - 74 с.	2	36,5
Выполнение практических занятий	Самодурова М.Н., Быков В. А.: Изучение Изготовление деталей методом аддитивных технологий: Методические указания к выполнению лабораторной работы. – Челябинск: ООО НПП “Учтех-Профи”, 2019. – 9 с. Антонова В.С., Осовская И.И. Аддитивные технологии : учебное пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. СПб., 2017. - 30 с.	1	103,75

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	Учи- тыва- ется в ПА
1	1	Текущий контроль	Материалы для аддитивного производства	1	5	Оценка "Отлично" : По своему содержанию и форме работа соответствует всем предъявленным требованиям. 2. Работа актуальна, выполнена самостоятельно, имеет творческий характер, отличается определенной новизной. 3. Дан обстоятельный анализ степени теоретического исследования проблемы, различных подходов к ее решению. 4. Материал изложен последовательно и логично. 5. Теоретические решения органично сопряжены с практикой; 6. В работе широко используются материалы исследования, проведенного автором самостоятельно, в некоторых случаях допускается опора на вторичный анализ имеющихся данных. 7. В работе проведен количественный анализ проблемы, который подкрепляет теорию и иллюстрирует реальную ситуацию, приведены таблицы результатов, графики, диаграммы, формулы, показывающие умение автора формализовать результаты исследования. 8. Широко представлен список использованных источников по теме работы. 9. Приложения к работе иллюстрируют достижения автора и подкрепляют его выводы. 10. Работа безукоризненна в отношении оформления (орфография, стиль, цитаты, ссылки, графическая часть выполнена грамотно, рабочие чертежи соответствуют стандартам и нормам. 11. В докладе и ответах на вопросы при защите показано знание нормативной базы, учтены изменения в связи с предложенной новой разработкой по данной проблеме, знание научных методик и передового опыта при решении необходимых задач. 12. Обязательные дополнительные требования: правильно оформленное введение и самостоятельное, основанное на собственных мыслях и обобщающих	зачет

					выводах, заключение объемом не менее 2 страниц. «Хорошо» выставляется за курсовую работу в случае, если: 1. Содержание и оформление работы соответствует предъявляемым требованиям. 2. Содержание работы в целом соответствует заявленной теме. 3. Работа актуальна, имеются самостоятельные выводы и обобщения. 4. Дан анализ степени теоретического исследования проблемы. Теоретические положения сопряжены с практикой. 5. Практические решения обоснованы и сопряжены с теоретическими выкладками. 6. Пояснительная записка и графическая часть выполнены грамотно, согласно принятым нормам и нормативной документации. 6. В докладе и ответах на вопросы основные положения работы раскрыты на хорошем или достаточном теоретическом и методологическом уровне. 7. Приложения грамотно составлены и прослеживается связь с положениями курсовой работы. 8. Составлен список использованных источников по теме работы. 9. Недостаточно описан личный опыт работы, применение научных исследований и передового опыта работы. 10. На балл оценка снижается и в том случае, если работа самостоятельна, но основана на использовании лишь небольшого количества источников, которые не позволяют сделать репрезентативные выводы. Необходимо выбирать такую тему работы, которая была бы хорошо обеспечена источниками. 11. Обязательные дополнительные требования: правильно оформленное введение и самостоятельное, основанное на собственных мыслях, заключение объемом не менее 2 страниц. «Удовлетворительно» выставляется за курсовую работу в случае, если: 1. Оформление работы в целом правильное.	
--	--	--	--	--	--	--

						2. Имеет место определенное несоответствие содержания работы заявленной теме. 3. Нарушена логика изложения материала, задачи раскрыты не полностью. 4. В работе не полностью использованы необходимые для раскрытия темы и решения поставленных задач научная литература, нормативные документы, а также материалы исследований. 5. Теоретические положения слабо увязаны с практикой, практические рекомендации носят формальный бездоказательный характер. 6. Основной текст работы представляет собой компиляцию положений существующих исследовательских работ. Вклад автора заключается в систематизации и самостоятельных выводах лишь в «критических местах» работы. 7. В докладе и ответах на вопросы исследуемая проблема в основном раскрыта, но не отличается новизной, теоретической глубиной и аргументированностью, имеются не точные или не полностью правильные ответы. 8. Обязательные дополнительные требования: правильно оформленное введение и самостоятельное, основанное на собственных мыслях, заключение объемом не менее 2 страниц. Оценка «Неудовлетворительно» выставляется за курсовую работу в случае, если: 1. Содержание и оформление работы не соответствует предъявляемым требованиям. 2. Содержание работы не соответствует выбранной теме. 3. Работа содержит существенные теоретико-методологические ошибки и поверхностную аргументацию основных положений. 4. Курсовая работа носит компилятивный характер. 5. Предложения автора четко не сформулированы. 6. В докладе и ответах на вопросы даны в основном неверные ответы.	
2	1	Промежуточная	Материалы для аддитивного	-	5	5 баллов: Студент правильно ответил на 3 вопроса. Ответы были грамотными,	экзамен

		аттестация	производства			полными, студент владеет терминологией. 4 балла: Студент ответил на 3 вопроса, но ответы содержали неточности. 3 балла: Студент ответил на 2 вопроса. В ходе ответов студент допускал ошибки и неточности. Слабо владеет профессиональной терминологией. 2 балла: Студент не освоил изучаемый в дисциплине материал. Не понял суть вопросов.	
--	--	------------	--------------	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
курсовые работы	1. Защита курсовой работы состоит из доклада студента по теме работы в течении 5- 7 минут и ответов на вопросы членов комиссии и присутствующих на защите. 2. Решение об оценке курсовой работы принимается по результатам анализа предъявленной курсовой работы, доклада студента на защите и его ответов на вопросы. 3. Курсовая работа оценивается дифференцированной отметкой: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно. 4. Вместо защиты курсовой работы студент может сделать доклад на студенческой или иной научной конференции, а также на научном семинаре кафедры. В этом случае оценка публичной защиты определяется научным руководителем студента и заведующим кафедрой.	В соответствии с п. 2.7 Положения
экзамен	На устном экзамене студент получает билет с 3 вопросами. Время на подготовку к ответу на экзамене не более 40 минут. Оценки выставляются по 5-бальной шкале. 5 баллов: Студент правильно ответил на 3 вопроса. Ответы были грамотными, полными, студент владеет терминологией. 4 балла: Студент ответил на 3 вопроса, но ответы содержали неточности. 3 балла: Студент ответил на 2 вопроса. В ходе ответов студент допускал ошибки и неточности. Слабо владеет профессиональной терминологией. 2 балла: Студент не освоил изучаемый в дисциплине материал. Не понял суть вопросов.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ	
		1	2
УК-2	Знает: основы технологических процессов получения изделий методами аддитивных технологий, оборудования и инструментов, сырья и расходных материалов; основные материалы для аддитивного производства, сырьё и расходные материалы, необходимые для реализации аддитивных технологий	+	
УК-2	Умеет: физико-химические основы аддитивного производства; материалы применяемые в аддитивном производстве	+	
УК-2	Имеет практический опыт: связывать состав и структуру материалов, способы их формирования с физическими, механическими, химическими, технологическими и эксплуатационными свойствами	+	

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Материаловедение и технология материалов [Текст] Ч. 1 учебник для вузов по инж.-техн. направлениям : в 2 ч. Г. П. Фетисов и др.; под ред. Г. П. Фетисова. - 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2016. - 383, [1] с. ил.
2. Плошкин, В. В. Материаловедение [Текст] учеб. пособие для немашиностр. специальностей вузов В. В. Плошкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2011. - 463 с. ил., табл. 21 см
3. Солнцев, Ю. П. Материаловедение [Текст] учебник для сред. проф. образования Ю. П. Солнцев, С. А. Вологжанина. - М.: Академия, 2007. - 492, [1] с. ил. 22 см.
4. 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-
5. Порошковая металлургия международный научно-технический журнал Нац. акад. наук Украины, Ин-т проблем материаловедения им. И. Н. Францевича журнал. - Киев, 1962-
6. Кипарисов, С. С. Порошковая металлургия [Текст] Учеб. для техникумов по спец. 1109 "Порошковая металлургия". - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1991. - 431 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Витязь, П. А. Пористые порошковые материалы и изделия из них. - Минск: Высшая школа, 1987. - 164 с. ил.
2. Кипарисов, С. С. Оборудование предприятий порошковой металлургии Учеб. для вузов по спец. "Композитивные и порошковые материалы, покрытия" и "Физ.-хим. исслед. металлург. процессов". - М.: Металлургия, 1988. - 447, [1] с. ил.
3. Степанчук, А. Н. Технология порошковой металлургии Учеб. пособие для студентов вузов по спец. "Композиционные и порошковые материалы, покрытия" Под ред. В. Я. Шлюко, А. Н. Степанчука. - Киев: Выща школа. Головное издательство, 1989. - 415 с. ил.
4. Циммерман, Р. Металлургия и материаловедение [Текст] справочник Р. Циммерман, К. Гюнтер ; пер. с нем. Б. И. Левина, Г. М. Ашмарина ; под ред. П. И. Полухина, М. Л. Бернштейна. - М.: Металлургия, 1982. - 479 с. ил.
5. Худокормова, Р. Н. Материаловедение Лаб. практикум. Учеб. пособие для машиностроит. спец. втузов. - Минск: Вышэйшая школа, 1988. - 222 с. ил.
6. Поздняков, В. А. Физическое материаловедение наноструктурных материалов [Текст] учебное пособие В. А. Поздняков ; Моск. гос. индустр. ун-т. - М.: Издательство МГИУ, 2007. - 423 с. ил. 21 см.

7. Плошкин, В. В. Материаловедение [Текст] учеб. пособие для немашиностр. специальностей вузов В. В. Плошкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2015. - 463 с. ил., табл. 21 см

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

1. "Металлург", "Кузнечно-штамповочное производство. Обработка металлов давлением", "Вестник машиностроения"
2. 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. Самодурова М.Н., Быков В. А.: Изучение Изготовление деталей методом аддитивных технологий: Методические указания к выполнению лабораторной работы. – Челябинск: ООО НПП “Учтех-Профи”, 2019. – 9 с.
2. Быков В. А.: Изучение особенностей восстановления деталей детонаци-онным напылением: Методические указания к выполнению лабораторной работы. – Челябинск: ООО НПП “Учтех-Профи”, 2019. – 7 с.
3. Антонова В.С., Осовская И.И . Аддитивные технологии : учебное пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. СПб., 2017. - 30 с.
4. Гропянов А.В., Ситов Н.Н. , Жукова М.Н. Порошковые материалы:учебное пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2017. -74 с.
5. Определение гранулометрического состава дисперсных материалов / сост. Кантаев А.С., Брус И.Д. ; Томский политехнический университет. – Томск: Изд - во Томского политехнического университета, 2014. – 12 с

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Самодурова М.Н., Быков В. А.: Изучение Изготовление деталей методом аддитивных технологий: Методические указания к выполнению лабораторной работы. – Челябинск: ООО НПП “Учтех-Профи”, 2019. – 9 с.
2. Быков В. А.: Изучение особенностей восстановления деталей детонаци-онным напылением: Методические указания к выполнению лабораторной работы. – Челябинск: ООО НПП “Учтех-Профи”, 2019. – 7 с.
3. Антонова В.С., Осовская И.И . Аддитивные технологии : учебное пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. СПб., 2017. - 30 с.
4. Гропянов А.В., Ситов Н.Н. , Жукова М.Н. Порошковые материалы:учебное пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2017. -74 с.
5. Определение гранулометрического состава дисперсных материалов / сост. Кантаев А.С., Брус И.Д. ; Томский политехнический университет. – Томск: Изд - во Томского политехнического университета, 2014. – 12 с

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
---	----------------	--	----------------------------

1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Либенсон, Г. А. Процессы порошковой металлургии : учебник / Г. А. Либенсон, В. Ю. Лопатин, Г. В. Комарницкий. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Том 2 : Формование и спемние — 2002. — 320 с. — ISBN 5-87623-098-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/1826 (дата обращения: 24.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Абразумов, В. В. Изготовление деталей методами порошковой металлургии : учебное пособие / В. В. Абразумов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998. — 50 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/104592 (дата обращения: 24.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Либенсон, Г. А. Процессы порошковой металлургии : учебник / Г. А. Либенсон, В. Ю. Лопатин, Г. В. Комарницкий. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Том 2 : Формование и спемние — 2002. — 320 с. — ISBN 5-87623-098-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/1826 (дата обращения: 24.07.2020). — 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. -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
Лабораторные занятия	104 (Л.к.)	Компьютеризированные комплексы для лазерной наплавки, детонационного и холодного газотермического напыления
Лекции	333 (Л.к.)	ПК, проектор, экран