# МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

# Снежинский физико-технический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

#### (СФТИ НИЯУ МИФИ)

	«УТВЕРЖДАЮ» Зам. руководителя по учебной и научно-методической работе				
	и научно-методи	-			
	«»	201 г.			
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНО  Исходные материалы для аддитивнь  наименование дисциплин	ых технологий	·			
Направление подготовки (специальность) <u>15.05.01 П</u> машин и комплексов	Іроектирование тех	нологических			
Профиль подготовки Цифровицазия и про	оектирование систе	м и комплексов			
Наименование образовательной программы <u>Проект</u> комплексов	гирование технолог	ических машин и			
Квалификация (степень) выпускника					
Специалист (бакалавр, магистр, специал	man)				
Форма обучения Очная	nc1)				
(очная, очно-заочная (вечерняя),	заочная)				

г. Снежинск, 2019 г.

#### 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЁ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

#### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Дисциплина «Исходные материалы для аддитивных технологий» по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов» специализации «Аддитивные технологии» является составной частью обшего курса. Целью преподавания данного курса является подготовка студентов к самостоятельному подбору материалов аддитивных технологий для обеспечения эксплуатационных качеств изготавливаемого изделия.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

- 1.2.1 умения на основании технических требований к изделию формулировать требования к материалу и выбирать оптимальную аддитивную технологию изготовления детали.
- 1.2.2 Понимание свойства металла условия кристаллизации, пластической деформации, рекристаллизации, режимы термической и др. видов обработки после изготовления с использованием аддитивных технологий.
  - 1.2.3 Характеристика внедряемых аддитивных технологий и свойств получаемых изделий, а также определения механических характеристик материалов на специальных измерительных стендах.

# 1.3 Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения данной дисциплины

- 1.3.1 Математика.
- 1.3.2 Физика.
- 1.3.3 Материаловедение;
- 1.3.4 Технология конструкционных материалов

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Данная дисциплина **Б1.В.ОД.4** «Исходные материалы для аддитивных технологий» относится к вариативной части РУП по направлению подготовки 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов» специализации «Аддитивные технологии».

Она должна обеспечить будушим специалистам понимание:

- видов исходных материалов для аддитивных технологий
- зависимости свойств получаемых изделий от химического и фракционного состава;
- выявление критериев определяемых у материала для обеспечения достаточных эксплуатационных качеств изготавливаемых изделий;
  - проводимых экспериментов по заданным методикам, обработка и анализ результатов.

Данная дисциплина является базой для изучения дисциплин «Создание управляющих программ для аддитивных установок», «Проектирование машиностроительного производства с аддитивными технологиями", «Основы аддитивных технологий». Знание дисциплин необходимо при выполнении курсового и дипломного проектирования, НИР, а также при практической работе выпускников по специальности.

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих выходных компетенций:

- способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, в том числе по соответствующей специализации (цифровизация проектирования и производства изделий) (ПК-9)
- способностью выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения(ПК-3)

В результате изучения дисциплины студент должен:

#### Знать:

- Процессы плавления и кристаллизации;
- Кинетика кристаллизации.
- Факторы, влияющие на процесс кристаллизации в аддитивном производстве
- Теорию сплавов.
- Диаграммы состояния двойных сплавов.
- - Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства сталей и чугунов.
- Виды термической обработки стали и сплавов после аддитивного изготовления.
- Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сплавов.
- Основные виды химико-термической обработка стали и поверхностное упрочнение.
- Основные цветные конструкционные металлы и сплавы на их основе, свойства и области применения для аддитивных установок.
- Основные виды неметаллических материалов используемые в аддитивных технологиях их свойства, технологические возможности и области применения.
- Основные виды композиционных материалов, их свойства и применение.
- Основные методы размерной обработки.

#### Уметь:

- Определять свойства сплавов по равновесным диаграммам состояния
- Выбирать материалы в зависимости от назначения детали и типа аддитивной технологии;
- Выбирать вид аддитивной технологии для сплава в зависимости от требований, предъявляемых к изделию;
- Оптимально выбирать метод получения заготовки детали и метод дальнейшей обработки в размер **Владеть**:
- - Чтения диаграмм равновесного состояния диаграмм двухкомпонентных систем.
- Выбора оптимального материала исходя из эксплуатационного назначения изделия.
- Выбора оптимальной аддитивной технологии исходя из свойств материала.
- Выбора оптимальных методов обработки заготовок в размер.

# 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Семестр	Трудоем- кость., ЗЕТ.	Общий объем курса час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаб. работы, час	Экз.	СРС, час.	Форма Контроля, Экз./зачет
6	2	72	18	18	-	27	9	экзамен

№	Раздел учебной		Вилы у	чебной леяте	пьности	Текущий	Аттестация	Максима
п/п	дисциплины		Виды учебной деятельности, включая самостоятельную			контроль	раздела	льный
11/11	диециплины	И	работу студентов, и		успеваемости	риздели (неделя,	балл за	
		Недели				(неделя, форма)	форма)	раздел *
		le		\	лаб.	(неоеля, форма)	форма)	раздел
		1	Лекции	Практ.				
				занятия/	работы			
1 1	<u> </u>			семинары				
1. «И	Ісходные материа.	пы для	і аддити					
				6 сем	естр			
1	Теоретические		3	3		3, устный опрос	3,	
	основы		(1 часа	(1 часа CPC)			письменный	
	аддитивных	1-3	CPC)				опрос	8
	технологий							
2.	Материалы для		3	3		5,	5	
	SLM технологии	4-6	(1 часа	(1 часа CPC)		устный опрос	письменный	
			CPC)				опрос	8
3.	Материалы для		3	3		9,	9,	
	SLS технологии	7-9	(1 часа	(1 часа CPC)		устный опрос	письменный	8
			CPC))				опрос	
4.	Материалы для		3	3		12,	12,	
	SLA технологии		(0,5	(0,5 часа		устный опрос	письменный	
		10-12	часа	CPC)			опрос	8
			CPC)					
5.	Материалы для		3	3		15,	15,	
	FDM технологии	10.15	(0,5	(0,5 часа		устный опрос	письменный	0
		13-15	часа	CPC)			опрос	8
	)I(		CPC)	3		17	17	
6.	Жидкие	16-18	(0,5	3 (0,5 часа		17, устный опрос	17,	
	материалы для	10-18	(0,5 часа	CPC)		устный опрос	письменный опрос	10
	аддитивных		CPC)	CrC)			onpoc	10
	технологий		CI C)					
Экзамен (зачет)							0 - 50	
Итого за _семестр:							100	

<sup>\* 100</sup> баллов за семестр, включая зачет или экзамен.

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО и ОС НИЯУ МИФИ по данному направлению подготовки в программе дисциплины предусмотрено использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. Эти технологии в сочетании с внеаудиторной работой решают задачи формирования и развития профессиональных умений и навыков обучающихся, как основы профессиональной компетентности в сфере образования.

Занятия по дисциплине «Исходные материалы для аддитивных технологий» включают в себя:

- 54 часа лекций в аудитории, имеющей мультимедийное оборудование. Материал лекций подается с использованием слайд-шоу, обучающих видеофильмов и роликов.
- 18 часов лабораторных работ в центре «Прототипирования» с оснашением 3Dпринтерами разных технологий и лабораторий «Материаловедения», «Метрологии» и «Химии»;

- Тестирование студентов проводится в компьютерном классе, имеющем необходимое программное обеспечение и доступ в Интернет.

-Самостоятельная практическая работа студентов (45 часов) заключается в чтении студентами дополнительной литературы, подготовке к лекциям и домашним работам.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯ-ТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

В соответствии с требованиями ОСНИЯУ МИФИ по данному направлению для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям ООП вузом созданы фонды оценочных средств. Для дисциплины «Исходные материалы для аддитивных технологий» данные фонды включают в себя:

- а) устный и письменный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу;
- б.) выполнение лабораторных работ и их защита;
- в) решение тестовых задач по изучаемой теме на практических занятиях;

Примерный перечень вопросов к зачету по всему курсу:

- 1. .Виды материалов используемых в аддитивных технологиях.
- 2. Основные дефекты сыпучих материалов используемых в аддитивных технологиях.
- 3. Основные дефекты полимерных материалов
- 4. Дефекты нитевидных исходных материалов (проволоки, нити)
- 5. Жидкие материалы для аддитивных технологий.
- 6. Исходные материалы на основе металлов и их сплавов.
- 7. Технологии изготовления металлических порошков для 3D печати.
- 8. Методы контроля материалов для аддитивных установок
- 9. Материалы для аддитивных технологий типа SLS.
- 10. Материалы для аддитивных технологий типаSLM.
- 11. Материалы для аддитивных технологий типаSLA.
- 12. Материалы для аддитивных технологий типа FDM.
- 13. Материалы для аддитивных технологий типаDMD

.

# 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

- 1. Горьков Д.А. 3D печать с нуля. / 3D-Print-nt,2015.-36.6 M6/URL: http://knigi-besplatno.org
- 2. Шишковский И. В. Основы аддитивных технологий высокого разрешения. СПб. Изд-во Питер, 2015. 348 с.: http://www.fian.smr.ru/rp/presentations/Content-preface.pdf
- 3.Профессиональное 3D-оборудование <a href="http://3d.globatek.ru/world3d/generative\_design/">http://3d.globatek.ru/world3d/generative\_design/</a>
- 4. Brian Evans Practical 3D Printers: The science and art of 3D printing-Apress 2012.URL: <a href="http://www.apress.com/gp/book/9781430243922">http://www.apress.com/gp/book/9781430243922</a>

# 7.2 Дополнительная литература

- 1. Фиговский О.Л. Инновационный инжиниринг путь к реализации оригинальных идей и прорывных технологий // Инженерный вестник дона. 2014. №1. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2321
- 2. Смирнов, В.В., Барзали В.В., Ладнов П.В. Перспективы развития аддитивного производства в российской промышленности // Опыт ФГБОУ УГАТУ. Новости материаловедения. Наука и техника. №2 (14). 2015. С. 23-27

3. Зорин В.А., Полухин Е.В. Аддитивные технологии. Перспективы применения аддитивных технологий при производстве дорожно-строительных машин // Строительная техника и технологии. 2016. №3(119). С. 54-5

# 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

- 8.1 Практические занятия обеспечены современными техническими средствами. При проведении практических занятий студенты знакомятся с определением характеристик материалов, экспериментальными установками для проведения исследований и сравнения с расчетными результатами.
- 8.2. В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются также мультимедийные средства, наборы слайдов, электронные каталоги, учебные пособия и справочники. Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оборудованных мультимедийными системами, компьютерами и экранами. Лабораторные занятия проводятся в лабораториях: Материаловедения», «Метрологии» и «Химии», центре «Прототипирования».

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки (специальности) 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов» специализация

Компетентностная модель соответствует требованиям Образовательного стандарта НИЯУ							
МИФИ по с	пециальности	15.05.01	Проектирование	технологиче	ских маш	и ниі	комплексов
утверждённог	о Учёным	советом	университета	Протокол	№18/03	ОТ	31.05.2018г.,
актуализированного Учёным советом университета Протокол №18/09 от 10.12.2018г							

Автор –			
ВНИИТФ			

Программа одобрена на заседании кафедры «Технология машиностроения