

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.08 Аддитивные технологии

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

15.04.01 Машиностроение

Направленность (профиль)

15.04.01.02 Машины и технология сварочного производства

Форма обучения

очная

Год набора

2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

д.т.н., Профессор, Довженко Н.Н.

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель - формирование комплекса знаний, умений и навыков в области физико-химических процессов послойной консолидации материалов, разработки и изготовления изделий с использованием аддитивных технологий.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами изучения дисциплины является:

- изучение информации об оборудовании, материалах, организации и ведении технологического процесса создания методами послойной консолидации изделий по компьютерной (цифровой модели на аддитивных установках);

- усвоение алгоритма создания и корректировки компьютерной (цифровой) модели;

- приобретение навыка разработки технической документации на производство работ методом послойной консолидации материалов в изделие;

- умение осуществлять выбор оборудования для послойной консолидации изделий из различных материалов.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-2: Способен разрабатывать необходимую техническую документацию на производство сварочных работ	
ПК-2.1: способен разрабатывать конструкторскую документацию согласно требований ЕСКД	<p>Знает основы аддитивных технологий, передовой отечественный и зарубежный опыт в этой области; порядок и методы технической и технологической подготовки аддитивных технологий; технические требования к применяемым материалам, зависимость свойств материалов и деталей от технологических факторов аддитивных технологий; принципы построения моделей и средств автоматизированного проектирования технологических процессов в аддитивном производстве;</p> <p>Умеет анализировать конструкторскую документацию на детали, получаемые аддитивным производством; прогнозировать влияние способов аддитивного производства на формообразование и эксплуатационные свойства изделия; осуществлять оптимальный выбор технологического оборудования для реализации режимов аддитивного производства.</p> <p>Владеет навыками организации и анализа</p>

	результатов экспериментальных технологических процессов аддитивного производства.
ПК-2.2: способен разрабатывать технологическую и другую документацию в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов, ЕСТД и других нормативных документов	
ПК-3: Способен осуществлять выбор оборудования и сборочно-сварочных приспособлений	
ПК-3.1: способен выбирать оборудование и типовые сборочно-сварочные приспособления, учитывая требования технологического процесса, технико-экономических характеристик оборудования и других показателей	Знает основные типы, технические характеристики, конструктивные особенности и режимы оборудования для производства изделий методами послойной консолидации металлических материалов Умеет анализировать и производить подбор основного и вспомогательного оборудования для послойной консолидации материалов с заданными свойствами из алюминиевых сплавов. Владеет навыками анализа технического уровня оборудования для аддитивных технологий.
ПК-3.2: производить анализ технико-экономических характеристик оборудования и сборочно-сварочных приспособлений для обоснованного выбора	Знает физические принципы, определяющие для высокоэнергетических процессов аддитивных технологий их технические характеристики, конструктивные особенности и режимы работы оборудования. Умеет производить расчет необходимой мощности и типа оборудования в зависимости от применяемых материалов; определять в зависимости от требований по качеству вид вспомогательного оборудования. Владеет навыками сопоставления технических характеристик, конструктивных особенностей и режимов оборудования для аддитивных технологий.

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL-адрес и название электронного обучающего курса: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=30997>.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	1 (36)	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	0,5 (18)	
Самостоятельная работа обучающихся:	2 (72)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п		Модули, темы (разделы) дисциплины		Контактная работа, ак. час.									
				Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.			
						Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы					
						Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС			Всего	В том числе в ЭИОС
1. Введение													
		1. 1.1. Предмет курса и структура. 1.2. Роль и место аддитивных технологий в современном машиностроении.		0,5									
		2. Практическая работа № 1 «Изучение классификации технологий аддитивного производства в соответствии с национальными стандартами (ГОСТ Р) и стандартами ISO/ASTM»				2							
		3. Самостоятельная работа по практическому занятию										12	
2. Общее представление процесса аддитивного производства													

1. 2.1. Сущность метода. 2.2. Термины и определения. 2.3. Классификация методов формообразования. 2.4. Историческая справка. 2.5. Этапы аддитивного производства. 2.6. Классификация технологий аддитивного производства.	1,5							
2. Практическая работа № 2 «Создание в MathCad программы моделирования параметров детали при процессе FDM»			4					
3. Самостоятельная работа по практическому занятию							12	
3. Основные принципы аддитивного производства								
1. 3.1. Создание и корректировка компьютерной (цифровой) модели. 3.1.1. Проектирование в среде компьютерного автоматизированного проектирования. 3.1.2. Преобразование данных компьютерного проектирования в STL/AMF-форматы. 3.2. Производство изделий из полимерных материалов методами аддитивных технологий 3.2.1. Полимерные материалы для аддитивного производства 3.2.2. Методы аддитивного производства изделий из полимерных материалов	4							
2. Практическая работа № 3 «Создание в MathCad программы моделирования теплового воздействия лазерного излучения»			2					

3. Самостоятельная работа по практическому занятию								12	
4. Теоретические и технологические основы производства									
1. 4.1. Металлопорошковые материалы для аддитивного производства 4.1.1. Металлические материалы: виды и классификация по принципу материал-технология-свойства 4.1.2. Методы получения и анализа порошковых материалов 4.2. Технологии селективного лазерного и электронно-лучевого плавления 4.2.1. Технология селективного лазерного плавления. Физические основы процесса 4.2.2. Этапы разработки технологического процесса аддитивного производства на примере селективного лазерного плавления 4.2.3. Технологические особенности метода селективного электронно-лучевого плавления 4.3. Технологии лазерной и электронно-лучевой наплавки 4.4. Технологии WAAM (проволока+дуга)	4								
2. Практическая работа № 4 «Исследование технологического окна для технологии WAAM»			2						
3. Самостоятельная работа по практическому занятию								12	
5. Оборудование для процессов аддитивного производства									

1. 5.1. Оборудование для изготовления изделий из пластика методами аддитивных технологий 5.2. Устройство и принцип работы установок селективного лазерного плавления 5.3. Устройство и принцип работы установок для электронно-лучевой наплавки 5.4. Устройство и принцип работы установок для реализации технологий типа WAAM (проволока+дуга)	4							
2. Практическая работа № 5 «Исследование параметров шероховатости поверхностного слоя и точности изготовления изделий аддитивного производства»			2					
3. Самостоятельная работа по практическому занятию							12	
6. Гибридное аддитивное производство.								

<p>1. 6.1. Качество изделий аддитивного производства</p> <p>6.2. Определенение типов гибридных производственных процессов. Направления сочетания различных технологий, как средства для преодоления индивидуальных ограничений аддитивных технологий.</p> <p>6.3. Гибридные производственные процессы с несколькими источниками тепловой энергии.</p> <p>6.4. Гибридизация аддитивного производства с процессами удаления материала.</p> <p>6.5. Гибридизация аддитивного производства с процессами формования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - интеграция с процессами улучшения свойств наплавленных металлов; - интеграция с процессами объемного формования; - интеграция с процессами формования листов; - интеграция с процессами повышения качества поверхности. 	4							
<p>2. Практическая работа № 6 «Исследование условий формирования структуры и свойств изделий при аддитивных технологиях (на основе порошка и проволоки)»</p>			6					
<p>3. Самостоятельная работа по практическому занятию</p>							12	
<p>Всего</p>	18		18				72	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Тарасова Т.В. Аддитивное производство: Учебное пособие(Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М").
2. Шайхадинов А. А., Готовко С. А., Демченко А. И. Современная технология проектирования инноваций: учеб.-метод. пособие для практич. занятий и самостоят. работ [для студентов напр. 150700.68 «Машиностроение» профиля «Оборудование и технология сварочного производства»](Красноярск: СФУ).
3. Лосев В. Ф., Морозова Е. Ю., Ципилев В. П. Физические основы лазерной обработки материалов: учебное пособие(Томск: ТПУ).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Microsoft Office, программное обеспечение КОМПАС-3D, MathCad.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. www.tehlit.ru – крупнейшая электронная интернет-библиотека, где широко представлена нормативная документация по разным отраслям технических наук.
2. www.i-mash.ru – специализированный отраслевой интернет-ресурс, посвященный маши-ностроению. Ресурс публикует новости, статьи, проблемы и нормативные документы от-расли, хранит и собирает актуальную информацию о предприятиях отрасли, является от-крытой площадкой для общения специалистов отрасли.
3. Специализированный сайт технологий и оборудования для аддитивных технологий <http://additive-fabrication.ru/>
4. Журнал Аддитивное производство <https://additiv-tech.ru/>
5. РУСАТОМ Аддитивные технологии <https://rusatom-additive.ru/>.
6. Аддитивные технологии и аддитивное производство https://3d.globatek.ru/world3d/additive_tech/
7. Каталог Минпромторга отечественного оборудования для аддитивных технологий https://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/katalog_additivny_tehnology.pdf
8. Поисковые системы "Яндекс", "Гугл" и пр; <http://weldering.com>; <http://www.vse-o-svarke.org>; <http://websvarka.ru>; <http://svarkaipayka.ru> и пр.

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Малый комплекс оборудования для реализации технологии WAAM включает компьютер, соединенный с сервером, платформой с цифровым управлением на базе фрезерного станка PROFCNC 6040MA M HARD, проволокоподающий механизм VR 7000 CMT, горелка, проволочный буфер (обеспечивает независимость приводов проволокоподающего механизма и горелки), лазерный профилометр, пирометры. Комплекс оснащен сварочной системой GMAW и GTAW по технологии Форсаж Дуги и обеспечивает реализацию гибридной технологии: по 3D цифровому образцу детали производится ее послойный синтез за счет расплавления проволоки дугой и последующую, без снятия детали, фрезеровку рабочих поверхностей синтезированной детали.

Лабораторно-производственный комплекс оборудования для реализации технологии WAAM включает компьютер, соединенный с сервером, роботизированный комплекс типа CMT Robacta PowerDrive система/TPS 5000 / Feldbus исполнение с жидкостным охлаждением и интерфейсом Feldbus (Interbus 2 MB Rugged Line) для TS/TPS 4000/5000, имеет управление двойным механизмом подачи проволоки, оснащение для сварочной алюминиевой проволоки $\varnothing 0,8-1,2$ мм и инверторные источники питания, MIG/MAG TPS 4000 CMT/5000 лазерный профилометр, пирометры.