

ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ИПиПК

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе
И.Л. ГОНИК

« » 2017 г.

ПРОГРАММА

повышения квалификации

**«Аддитивные технологии (3D принтеры): методы аддитивного производства,
проектирование изделий, подготовка к печати»**

Всего часов по учебному плану	64
Всего аудиторных занятий	58
Лекции	30
Практические занятия	8
Лабораторные работы	16
Самостоятельная работа	6
Контроль и зачеты	4

Волгоград 2017

Директор ИП и ПК



В. В. Шеховцов

Директор УЦ МСиКТ



Ю. П. Сердобинцев

Разработчики программы:

канд. техн. наук, доцент



А. В. Дроботов

канд. техн. наук, доцент



А. М. Макаров

аспирант



А. Р. Авдеев

Одобрена комиссией по ДО НМС ВолгГТУ.

Протокол № 10 от 15 01 2018 г.

ВВЕДЕНИЕ

Учебная программа повышения квалификации «Аддитивные технологии (3D принтеры): методы аддитивного производства, проектирование изделий, подготовка к печати» объемом 64 академических часа предназначена для обучения слушателей, имеющих профильное среднее специальное или высшее профессиональное образование, и имеет целью получение ими дополнительных теоретических знаний и практических навыков, необходимых для успешного и эффективного использования аддитивных технологий для производства изделий, моделирования и конструирования в условиях современного машиностроительного производства.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

В результате обучения слушатели приобретают современные теоретические знания о принципах аддитивных технологий, современных 3D принтерах, их внутреннем устройстве, областях их применения, программных пакетах для разработки 3D моделей печатаемых изделий и принципах работы в них, программном обеспечении для подготовки моделей к печати на конкретном устройстве и его особенностях. Также слушатели получают практические навыки проектирования изделий, их подготовки к печати и самой печати.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ, КАЧЕСТВЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КОТОРЫХ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОБУЧЕНИЯ

1. Создавать и корректировать средствами компьютерного проектирования цифровые трехмерные модели изделий.
2. Организовывать и вести технологический процесс на установках для аддитивного производства.
3. Контролировать правильность функционирования установки, регулировать её элементы, корректировать программируемые параметры.

4. Подбирать параметры аддитивного технологического процесса и разрабатывать оптимальные режимы производства изделий на основе технического задания (компьютерной/цифровой модели).

5. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Таблица 1

№	Наименование учебных модулей	Часы				
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Контроль усвоения материала
1	История развития аддитивных технологий, ключевые патенты в этой области. Классификация аддитивных технологий, области применения различных видов устройств.	4				0,2 (зачет)
2	Аддитивные технологии, формирующие изделие из порошкообразных материалов: лазерное спекание (SLM, DMLS, EBM, LaserCusing, SPLS), лазерное покрытие (DMD, LENS, DM, LMD, DLD, PFW, LDW, EBDM, EBF3), InkJet (ExOne, BinderJetting, fcubic), 3DP (CJP).	6				0,4 (зачет)
3	Аддитивные технологии, формирующие изделие из листовых материалов: LOM, UAM.	2				0,2 (зачет)
4	Аддитивные технологии, формирующие изделие из жидкого полимера: SLA, DLP, SGC, PolyJet (MJM).	4				0,2 (зачет)
5	Аддитивные технологии, формирующие изделие путем направленной подачи расплавленного материала: FFF (FDM, PJP, EDP), MJS	4				0,4 (зачет)
6	Устройство 3D принтеров на основе технологии FFF (FDM): механическая и электронная составляющие.	2				0,2 (зачет)
7	Программные пакеты для проектирования (конструирования) объемных изделий, их возможности и принципы работы.	4	4	12	4	0,2 (зачет)
8	G-код. Программные пакеты для подготовки	4		4	2	0,2

	объемной модели изделия к печати (слайсеры) – генерации G-кода. Возможности и особенности пакетов: Slic3r, Cura, Simplify 3D.					(зачет)
9	Демонстрация работы и печать изделий на 3D принтере на основе технологии FFF (FDM).		4			
10	Зачет итоговый	-	-	-	-	2 (зачет)
Итого		30	8	16	6	4
		64				

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Таблица 2

Дидактические единицы	Объем в часах	Сроки реализации (со дня начала занятий)	
		При очной форме обу- чения*	При очно- заочной фор- ме обуче- ния**
1. История развития аддитивных технологий, ключевые патенты в этой области. Классификация аддитивных технологий, области применения различных видов устройств.	4,2	1-я неделя	1-я неделя
2. Аддитивные технологии, формирующие изделие из порошкообразных материалов: лазерное спекание (SLM, DMLS, EBM, LaserCusing, SPLS), лазерное покрытие (DMD, LENS, DM, LMD, DLD, PFW, LDW, EBDM, EBF3), InkJet (ExOne, BinderJetting, fcubic), 3DP (CJP).	6,4	1-я неделя	1-я неделя
3. Аддитивные технологии, формирующие изделие из листовых материалов: LOM, UAM.	2,2	2-я неделя	2-я неделя
4. Аддитивные технологии, формирующие изделие из жидкого полимера: SLA, DLP, SGC, PolyJet (MJM).	4,2	2-я неделя	2-я неделя
5. Аддитивные технологии, формирующие изделие путем направленной подачи расплавленного материала: FFF (FDM, PJP, EDP), MJS	4,4	2-я неделя	2-я неделя
6. Устройство 3D принтеров на основе технологии FFF (FDM): механическая и электронная составляющие.	2,2	1-я неделя	3-я неделя
7. Программные пакеты для проектирования (конструирования) объемных изделий, их возможности и принципы работы: Autodesk Inventor, SolidWorks, Компас 3D.	24,2	неделя 1-2	неделя 3-4
8. G-код. Программные пакеты для подготовки объемной модели изделия к печати (слайсеры) – генерации G-кода. Возможности и особенности пакетов: Slic3r, Cura, Simplify 3D.	10,2	2-я неделя	неделя 5
9. Демонстрация работы и печать изделий на 3D принтере на основе технологии FFF (FDM).	4	2-я неделя	5-я неделя
10. Зачет	2	2-я неделя	6-я неделя
Всего	64	2 недели	6 недель

*из расчета 40 часов в неделю при очной форме обучения

**из расчета 12 часов в неделю при очно-заочной форме обучения

ОРГАНИЗУЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Таблица 3

Форма ОргСРС	Сроки выполнения	Время, час
Создание трехмерной модели изделия, подготовка её к печати (создание G-кода), печать на 3D принтере.	В ходе освоения блоков 7 и 8	6

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Теоретические занятия необходимо проводить в аудитории, оснащенной проектором. Практическое обучение слушателей рекомендуется осуществлять в аудиториях, оснащенных компьютерами с установленными специальными программами, позволяющим проектировать объемные изделия.

ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ

По каждому разделу программы осуществляется контроль усвоения материала (см. таблицу СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ). Аттестация слушателей осуществляется на основе зачета, который заключается в ответе на вопросы по всем разделам программы и выполнении самостоятельной работы. Она состоит в проведении полного цикла изготовления изделия на 3D принтере: проектировании, подготовке к печати и печати на 3D принтере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Зиновьев, Д.В. Основы моделирования в SolidWorks [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Москва: ДМК Пресс, 2017. – 240 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97361>.
2. Тремблей, Т. Autodesk® Inventor® 2012 и Inventor™ LT 2012. Официальный учебный курс [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Москва: ДМК Пресс, 2012. – 352 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3035>.

3. Грибовский, А.А. Геометрическое моделирование в аддитивном производстве. Учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2015. – 49 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91559>.

Дополнительная:

4. 3D Принтеры сегодня [Электронный ресурс] / – 2014. - Режим доступа: <http://3dtoday.ru/>.

5. Boehm, T. Rapid Prototyping Industry Analysis / Т. Boehm, [и др.] // Rapid Prototyping Journal. 1.12.2004. – 38 p.

6. Chua C.K. Rapid Prototyping. Principles and Applications: 3-е изд. – Сингапур: World Scientific Publishing Co, 2010. – 512 p.

7. Compare 3D Printers. Aniwa: URL: <http://www.aniwaa.com/3d-printers/compare-3d-printers/> (дата обращения: 06.06.2015). Chee K. C. Rapid Prototyping: Principles and Applications/ K.C. Chee, F.L. Kah, S.L. Chu// World Scientific, 2010. – 512 с.

8. D. J. Laser and J. G. Santiago. “A review of micropumps”. J. Micromech. Microeng. 14 (2004) R35–R64.

9. G-code [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – интернет-портал www.reprap.org. – Режим доступа: <http://reprap.org/wiki/G-code>, свободный. – (дата обращения 13.06.2015).

10. Gephardt A. Generative Fertigungsverfahren. Rapid Manufacturing – 3. Auflage/ Carl H.V., Munchen. – 2007. – 500 с.

11. German, R. Rapid Prototyping of Ceramic and Metal Composites / R. German, [и др.] // Rapid Prototyping Journal. 2.7.2010. – 113 p.

12. Hodgson G. Slic3r User Manual // Aleph Objects, Inc. 2013. 111 p.

13. Nan-Chyuan Tsai, Chung-Yang Sue. “Review of MEMS-based drug delivery and dosing systems”. Sensors and Actuators A 134 (2007) 555–564.

14. Williams C. Rapid Prototyping with Metals: A Review of Technology and Associated Material Properties. Midterm Presentation Systems Realization Laboratory, 2003

15. Wohlers T. Wohlers Report 2010. – Wohlers Associates. – 2010. – 250 с.
16. Бирбраер Р. Быстрое прототипирование из ABS в современном литейном производстве точных изделий / Р. Бирбраер, А. Колмаков, В. Столповский// САПР и графика. - 2004. - №3.
17. Богданов, С.П. Расчет печей сопротивления: методические указания / С.П.Богданов; СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2006. - 36 с.
18. Быстрое прототипирование [Электронный ресурс]/ - 2012. - Режим доступа: <http://www.foliplast.ru/tech/6>.
19. Грабченко А. И. Интегрированные генеративные технологии/ А.И. Грабченко, Ю.Н. Внуков, В.Л. Доброскок; - Харьков : НТУ «ХПИ», 2011. – 416 с.
20. Довбыш В. М. Аддитивные технологии и изделия из металла / В. М. Довбыш, П. В. Забеднов, М. А. Зленко. — ФГУП «НАМИ», – М., 57 с.
21. Зленко М. Технологии быстрого прототипирования-послойный синтез физической копии на основе 3d-cad-модели. // CAD/CAM/CAE-observer. - 2003. - №2. С. 2-3.
22. Зорин С.Ф. Технологии быстрого прототипирования [Электронный ресурс]/ - 2012. - Режим доступа: http://www.vzrt.ru/rp_tec.php.
23. Калюжный С., Степнов А. Как 3D-принтеры изменят быт и промышленность [Электронный ресурс]/ - 2012. - Режим доступа: http://slon.ru/future/kak_3d_printery_izmenyat_byt_i_promyshlennost-781765.xhtml.
24. Мальцев П.П., Никифоров А.Ю., Телец В.А. Микроактюаторы.: Учебно-методическая разработка / Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики (технический университет)». – М, 2004.
25. Панич А.Е. Пьезокерамические актюаторы: учеб. пособие/А.Е. Панич; ЮФУ. - Ростов н/Д, 2008. – 159 с.м
26. Пушкарев, В.В., Дроботов, А.В. Компоновка устройств для объемной печати экструдиремым расплавом деталей сложной формы // Известия волгоградского государственного технического университета, ВолГТУ. – Волгоград, 2013. – С.121-123.

27. Распопов В.Я. Микромеханические приборы. Учебное пособие / Тул. Гос. университет. - Тула, 2002.
28. Сафин Д. Ю. Технологии 3d-прототипирования и макетирования. МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2005.
29. Товажнянский Л.Л. Интегрированные технологии ускоренного прототипирования и изготовления: монография / Л.Л. Товажнянский, А.И. Грабченк, С.И. Чернышов. и др.; под ред. Л.Л. Товажнянского и А.И. Грабченко. – Харьков: ОАО «Модель Вселенной», 2005. – 224 с.
30. Хейфец М.Л. Формирование свойств материалов при послойном синтезе деталей/ М.Л. Хейфец; ПГУ. - Новополюцк, 2001. – 156 с.