

Учебное пособие предназначено для изучения основных положений проекта REPRAP и технологий создания физического объекта на основе данных компьютерной модели с помощью аддитивных технологий (3D-печати). Программа предназначена для научно-педагогических работников образовательных учреждений (преподавателей технологий), а также лиц, намеренных использовать применение аддитивных технологий в малом и среднем бизнесе, индивидуальном производстве и специалистов в данной области.

Для достижения указанной цели предлагается решение следующих задач:

- изучение истории возникновения и развития открытого программного и аппаратного обеспечения и возникновения проекта REPRAP;
- изучение основных принципов аддитивных технологий;
- изучение истории развития аддитивных технологий и области их применения;
- ознакомление с видами 3D принтеров, построенных на принципах проекта REPRAP и особенностями их программного и аппаратного обеспечения;
- ознакомление с наиболее распространенными видами материалов для 3D печати;
- ознакомление с современным свободно распространяемым или бесплатным программным обеспечением для подготовки трехмерных моделей и печати на 3D принтере;
- обучение особенностям использования программного обеспечения на примере программ Cura, PrintRun;
- освоение принципов работы с использованием 3D принтера (настройка, калибровка, операции запуска, печати, смены материалов, выключения 3D принтера);
- освоение полного цикла изготовления физической трехмерной модели объекта;
- изучение причин возникновения дефектов 3D печати и методы их устранения;
- изучение наиболее распространенных методов постпечатной обработки моделей;
- формирование навыков по самостоятельному обслуживанию, ремонту и усовершенствованию имеющегося оборудования и созданию нового с требуемыми характеристиками с использованием открытых ресурсов.

Таким образом, посредством программы формируется понимание основ аддитивных технологий, современных методов и инструментов 3D печати, особенностей 3D принтеров индивидуального использования.

Оглавление .....	6.
Об авторе – составителе курса .....	7.

## ЧАСТЬ 1

### Устройство аддитивных систем производства индивидуального использования, построенных на основе проекта REPRAP

Оглавление .....	8.
Введение.....	9.
Глава 1. Какие технологии создания предметов применяются при 3d- печати? .....	24.
Глава 2. Как устроен 3d–принтер гергар? Основной узел принтера – экструдер.....	38.
Глава 3. Узлы линейного перемещения (актуаторы) .....	51.
Глава 4. Рама (шасси) 3d- принтера .....	58.
Глава 5. Рабочая платформа .....	65.
Глава 6. Электроника.....	74.
Глава 7. Проводка гергар; подключения соединения .....	86.
Заключение к 1 части .....	90.
Приложение 1. Манифест gnu .....	92.
Задания для самостоятельной работы .....	99.

## ЧАСТЬ 2

### Принципы работы аддитивных систем производства индивидуального применения, построенных на основе проекта REPRAP

#### 3d- принтер и программное обеспечение

Оглавление .....	101.
Предисловие.....	102.
Введение.....	103.
Глава 1. Что такое формат stl? .....	105.
Глава 2. Обзор программ 3d- моделирования.....	109.
Глава 3. Исправление stl. Программа netfabb.....	145.
Глава 4. Программы-слайсеры. Cura.....	177.
Глава 5. G-код, основные понятия.....	207.
Глава 6. Микроконтроллер arduino.....	221.
Глава 7. Прошивка marlin (firmware) .....	229.
Глава 8. Программа printrun, точная настройка прошивки принтера.....	249.
Приложение 2. Шаговые двигатели.....	265.
Заключение ко 2 части.....	292.
Задания для самостоятельной работы.....	294.

### ЧАСТЬ 3

#### Проблемы использования аддитивных систем производства индивидуального применения, построенных на основе проекта REPRAP

Оглавление .....	297.
Введение.....	298.
Глава 1. Материалы для создания предметов, применяемые при 3D- печати.....	299.
Глава 2. Основные особенности выбора материалов, применяемых при 3D- печати.....	320.
Глава 3. Построение профиля печати.....	337.
Глава 4. Обзор типичных дефектов, возникающих при 3d- печати моделей, анализ причин их возникновения и методики устранения.....	368.
Глава 5. Послепечатная обработка моделей.....	410.
Приложение 3. Эксперты о 3D- печати.....	440.

### ЧАСТЬ 4

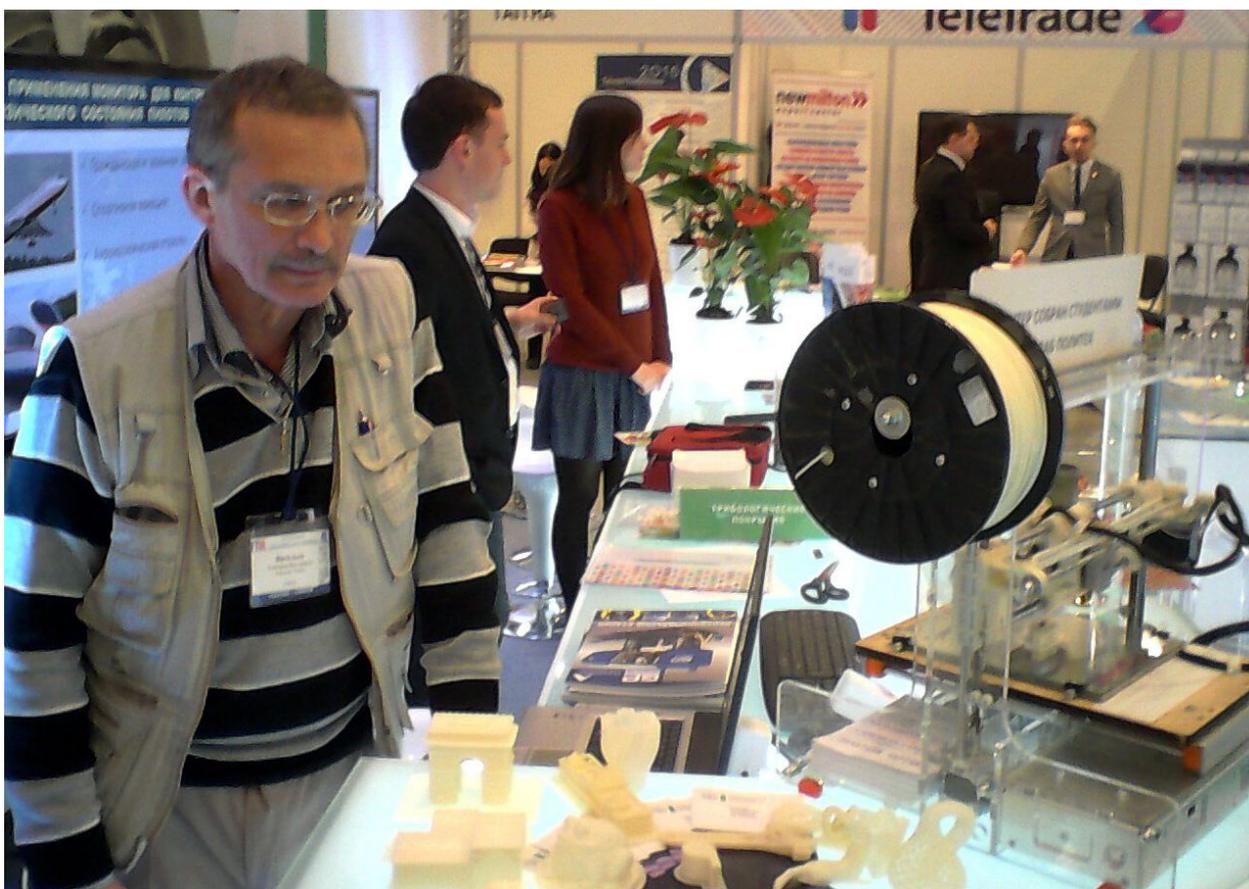
#### Использование 3D- моделей, созданных с помощью систем аддитивных систем производства индивидуального использования, построенных на основе проекта REPRAP

Оглавление .....	449.
Глава 1. Использование 3D- моделей для литья.....	450.
Глава 2. Обработка 3D- моделей методом гальванопластики.....	486.
Глава 3. Окраска 3D- моделей традиционным способом.....	498.
Глава 4. Окраска 3D- моделей аэрографом.....	507.
Заключение к 4 части.....	516.

### ДОПОЛНЕНИЕ

Использование аддитивных систем производства индивидуального применения как средства заработка.....	518.
---	------

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ.....	530.
--	------



### **Об авторе – составителе курса**

Васильев Александр Викторович, выпускник ЛИАП 1979 года, инженер - электромеханик.

Работал инженером - испытателем в корпусе мощных турбогенераторов (КМТ) ЛЭО «Электросила», инженером - регулировщиком РЭА СВЧ НПО «Ленинец».

После развала СССР перешёл на работу инженером – регулировщиком РЭА в АОЗТ «ИПРИС», международные полиграфические системы, сертифицирован как сервис – инженер «RANK XEROX».

В 1998 году организовал собственное малое предприятие – копи-центр «Копирус», [WWW.COPYRUS.BESTS.RU](http://WWW.COPYRUS.BESTS.RU), специализирующийся на работе с технической документацией.

В 2008 году заинтересовался вопросами 3D- печати. За это время собрал более 30 различных версий 3D- принтеров, принимал участие в работе инициативных групп, связанных с вопросами 3D- печати, таких, как «3D- механика», «ФабЛаб Политех». Принимал участие в 9 выставочных мероприятиях, консультировал ООО «Ленполиграфмаш» по вопросам проектирования промышленной версии 3D- принтера «SoloPrint».

**Учебный курс предназначен для самостоятельного изучения и распространяется  
ТОЛЬКО В ПЕЧАТНОМ ВИДЕ.**

**СТОИМОСТЬ ЭКЗЕМПЛЯРА – 6000 рублей.**

**КОНСУЛЬТАЦИИ ПО КУРСУ – ПЛАТНЫЕ, ТОЛЬКО ОФФЛАЙН, 1000 рублей академический час.**