

*Олег Харин*  
*Эмилис Сувейздис*

# **ЦИФРОВАЯ ПЕЧАТЬ**

**Основные технологии и оборудование**

**Учебное пособие**

Москва  
2015

УДК 655.326  
ББК 37.8

Рецензенты:  
д.х.н., проф. А.В. Ванников,  
к. ф.-м. н., с.н.с. В.А. Барачевский

Под редакцией  
кандидата технических наук М.Е. Синькевича

**Харин О.Р., Сувейздис Э.**

**Цифровая печать** [Digital Printing]: Учеб. пособие / Олег Харин, Эмилис Сувейздис. — М.: ООО "Книга по Требованию", 2015. — 358 с.

ISBN 978-5-519-17031-4

Книга дает читателю информацию о ходе развития и современном уровне **цифровой печати (ЦП)**. С учетом практического распространения оборудования цифровой печати, его производительности, а также качественных параметров печатной продукции **полиграфического назначения**, основное внимание уделяется трем ведущим альтернативным направлениям ЦП работающим по схеме «Computer-to-Press» и «Computer-to-Print»:

- I. Электрофотографической технологии цифровой печати;
- II. Офсетной технологии прямой печати Direct Imaging (DI);
- III. Струйной технологии цифровой печати.

Остальные альтернативные направления бесконтактных NIP-технологий, как имеющие более скромные параметры и распространение, рассматриваются менее глубоко.

Характерными признаками ЦП является выпуск мало- и среднетиражной одноцветной или цветной продукции (комплектов документов или книг) и (по возможности) различный уровень персонализации оттисков.

Избранный метод изложения материала — логически последовательный набор относительно независимых отдельных тем (лекций), из числа которых читатель может выбрать интересующие его. Темы описывают технологию ЦП (часть I, темы № 1 – 10) и оборудование на базе этой технологии (часть II, темы № 11 – 17). В приложении представлен подробный словарь терминов и системный указатель тематики.

Книга носит прикладной характер и может быть полезна для преподавателей и студентов технических вузов, а также для лиц интересующихся развитием современного перспективного направления полиграфии.

**Ключевые слова:** *репрография, репрографические информационные системы, цифровая печать, цифровые печатные машины, прямая офсетная печать, цифровая электрофотография, струйная печать, NIP-технологии.*

УДК 655.326  
ББК 37.8

ISBN 978-5-519-17031-4

© О. Харин, Э. Сувейздис, 2015  
© ООО "Книга по Требованию", 2015

## Содержание

---

<b>Предисловие</b> .....	8
<b>Список сокращений</b> .....	10
<b>Введение</b> .....	13
1. Как по-разному определяется цифровая печать?	
2. В чем заключается оперативность цифровой печати?	
3. Какие качественные параметры необходимы для цифровой печати?	
4. Какой принцип изложения материала используется в данной работе?	

## Часть I. ТЕХНОЛОГИЯ

<b>Тема № 1. Возникновение и сущность технологии цифровой печати</b> .....	20
1. Сущность цифровой технологии воспроизведения изображения	
2. Основные положения классической полиграфии	
3. Офсетная печать — основа для возникновения технологии ЦП	
4. Особенности и варианты реализации технологии ЦП	
5. Альтернативные технологии цифровой печати	
6. Место ЭФГ-технологии среди других альтернативных технологий ЦП	
7. Обобщение возможностей технологии ЦП	
<b>Тема № 2. Цифровая электрофотография</b> .....	35
1. Основа цифровой электрофотографии — процесс лазерной записи	
2. Используемые материалы: фоторецепторы и проявители	
3. Технология аппаратурной реализации лазерного экспонирования	
4. Технология аппаратурной реализации проявления растровой структуры	
5. Оценка достигнутых параметров печати цифровой электрофотографии	
<b>Тема № 3. Офсетная прямая печать DI</b> .....	62
1. Сущность технологии прямой офсетной печати DI	
2. Технология оперативного изготовления печатной формы	

	3. Основные технологические варианты оборудования	
	4. Эволюция технологии DI	
	5. Преимущества и недостатки технологии DI	
	6. Оценка достигнутых параметров	
<b>Тема № 4.</b>	<b>Струйная печать .....</b>	<b>76</b>
	1. Основное различие - в способе генерации капельной струи	
	2. Технология струйной печати непрерывного действия	
	3. Технология струйной печати избирательного действия	
	4. Характеристика технологических схем аппаратуры	
	5. Оценка достигнутых параметров	
<b>Тема № 5.</b>	<b>Печать с термопереносом .....</b>	<b>84</b>
	1. Общие принципы термографии	
	2. Технология термочувствительной печати	
	3. Технология термовосковой печати	
	4. Технология контактного термопереноса	
	5. Технология термосублимационной печати	
	6. Оценка достигнутых параметров	
<b>Тема № 6.</b>	<b>Электростатическая/магнитографическая печать .....</b>	<b>89</b>
	1. Технологические особенности электростатической и магнитографической записи изображения	
	2. Гибридная электростатическая-магнитографическая технология печати	
	3. Ионографическая технология печати	
	4. Элктографическая технология печати	
	5. Технология контактной электрографии	
	6. Оценка достигнутых параметров	
<b>Тема № 7.</b>	<b>Цветосинтез и его варианты .....</b>	<b>97</b>
	1. Основы цветосинтеза и методы его реализации	
	2. Стадии триадного цветосинтеза	
	3. Технологические варианты цветосинтеза	
	4. Цветосинтез для различных технологических вариантов цифровой печати	
<b>Тема № 8.</b>	<b>Допечатная цифровая обработка .....</b>	<b>105</b>
	1. Сущность воспроизведения цифрового изображения	
	2. Принципы допечатной цифровой обработки информации	
	3. Оцифровка цветного изображения	

4. Компьютерная обработка цветного изображения и его воспроизведение
5. Сущность цифрового метода формирования растровой структуры
6. Реализация допечатной обработки

**Тема № 9. Базовые структурные элементы ..... 122**

1. Состав и общая характеристика базовых структурных элементов
2. Взаимодействие базовых структурных элементов при цифровой печати
3. Критерии оценки качества базовых структурных элементов
4. Цифровая печать с использованием базовых структурных элементов

**Тема № 10. Оценка качества цифрового изображения..... 128**

1. Критерии оценки выходных параметров цифрового изображения
2. Параметры энергетического преобразования информационного сигнала
3. Пространственно-частотные параметры
4. Цветовые параметры
5. Комплекс технических и эксплуатационных параметров оборудования цифровой печати

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ I части ..... 149**

## **Часть II. ОБОРУДОВАНИЕ**

**Тема № 11. Классификация и динамика развития оборудования ..... 156**

1. Общая характеристика и основные составные элементы оборудования цифровой печати
2. Характеристика технологических вариантов и категорий оборудования цифровой печати
3. Категории и хронология выпуска оборудования современной цифровой электрофотографии
4. Динамика выпуска и тенденции развития оборудования цифровой печати

**Тема № 12. Электрофотографическое оборудование цифровой печати ..... 177**

1. Одноцветное оборудование цифровой печати
2. Цветные копировально-выводные аппараты
3. Высокопроизводительные цветные лазерные принтеры
4. Цветные цифровые печатные машины
5. Репрографические информационные системы

	6. Распределение оборудования по классам производительности	
	7. Обобщение и карта развития оборудования	
<b>Тема № 13. Оборудование прямой офсетной печати DI ....</b>		<b>230</b>
	1. Создание классического оборудования фирмы «Heidelberg»	
	2. Развитие офсетного оборудования DI другими фирмами	
	3. Общий уровень развития и специфические области применения оборудования DI	
<b>Тема № 14. Оборудование струйной печати .....</b>		<b>241</b>
	1. Типовые конструктивные решения оборудования	
	2. Малоформатные высокопроизводительные струйные принтеры	
	3. Крупноформатные струйные принтеры/плоттеры	
	4. Общий уровень развития оборудования	
<b>Тема № 15. Оборудование других видов цифровой печати.....</b>		<b>254</b>
	1. Разновидности оборудования	
	2. Термографическое оборудование	
	3. Электростатическое и магнитографическое оборудование	
	4. Гибридное электростатическое/магнитографическое оборудование	
	5. Идиографическое оборудование	
	6. Оборудование элкогографии	
	7. Трафаретные дубликаторы	
	8. Общий уровень развития и специфические области применения оборудования	
<b>Тема № 16. Вопросы стандартизации оборудования цифровой печати.....</b>		<b>265</b>
	1. Номенклатура параметров оборудования	
	2. Кодовые номера ЭФГ-оборудования	
	3. Кодовые номера различных технологических вариантов	
	4. Стандартизация размеров копий и документов	
	5. Стандартизация параметров качества	
	6. Стандартизация печати переменных данных	
<b>Тема № 17. Эксплуатационные характеристики и оценка развития оборудования цифровой печати .....</b>		<b>274</b>
	1. Эксплуатационные параметры и стоимость оборудования цифровой печати	
	2. Тенденции изменения эксплуатационных характеристик оборудования .....	<b>280</b>

3. Цифровая печать специального назначения .....	282
4. Развитие отдельных категорий оборудования .....	285
5. Общая оценка развития оборудования цифровой печати .....	289
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ II части .....</b>	<b>294</b>
<b>ПОСЛЕСЛОВИЕ .....</b>	<b>301</b>
<b>Тема № 18 (дополнительная). Развитие технологии и оборудования Цифровой печати в 2011/12 гг. ....</b>	<b>302</b>
1. Развитие технологии цифровой печати .....	302
2. Развитие оборудования цифровой печати .....	306
3. Тенденции дальнейшего развития цифровой печати по материалам Выставки Дигра—2012 .....	314
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ:</b>	
1. Словарь терминов .....	319
2. Системный указатель .....	352

## Предисловие

---

По тематике **цифровой печати** уже издано ряд монографий, авторы которых к данной тематике подходят с разных сторон. Описываются **физические основы** воспроизведения разнотипного изображения или отдельные элементы технологии и только в общих чертах излагаются принципы реализации этих технологий в оборудовании цифровой печати. Другие же авторы демонстрируют **инженерный** подход к теме, рассматривая создание и функционирование цифровых печатных машин, уделяя основное внимание достигнутым параметрам и сфере применения разнотипного оборудования. К такому подходу стимулируют успехи, достигнутые в сфере информационных технологий, на выходе которых необходимы технические средства типа «Computer-to-Press» и «Computer-to-Print». Однако, и среди первого, и среди второго подхода существует большое разногласие в определении самого предмета **цифровая печать**.

Авторы настоящей книги являются сторонниками **инженерного системного** подхода и при этом хорошо чувствуют упомянутые неопределенности по основному вопросу - цели работы и сфере интересов. Авторам неприятно положение, когда из группы альтернативных участников цифровой печати исключается **ведущий «игрок»** — офсетная прямая печать DI. Главная вина — предварительное изготовление печатной формы — одной на весь тираж, при этом не берется во внимание, что «игрок» является самым активным участником полиграфического производства, а печатная форма изготавливается полностью автоматически в самой машине без помощи печатников. Как без такого участника можно анализировать развитие оборудования цифровой печати **полиграфического назначения**? Ясно, что такой анализ будет не полным, а ведь мы рассматриваем развитие оборудования именно полиграфического назначения.

Исходя из вышеизложенного, авторы данной книги относят к сфере цифровой печати не только известные бесконтактные **NIP-технологии** (это современная электрофотографическая технология цифровой печати, струйная технология цифровой печати и др.), но и **офсетную технологию прямой печати DI**.



NIP-технологии работают по схеме «Computer-to-Print», а офсетная технология работает по схеме «Computer-to-Press». Конечная цель всех технологий — **цифровая печать полиграфического назначения**. По этой причине при анализе NIP-технологий из сферы интересов выпадает оборудование массового применения (типа настольных малопроизводительных принтеров и МФУ), а остаются профессиональные высокопроизводительные аппараты, цифровые печатные машины и репрографические информационные системы на их основе.

Таким образом, в данной книге авторы основное внимание уделяют развитию именно технологии и оборудования **цифровой печати полиграфического назначения** с вышеупомянутым кругом участников и ограничениями по сфере их интересов.

**Структура книги** — это относительно независимое, но логически последовательное изложение отдельных тем разделенных по схеме:

**Введение.**

**Часть I. Технология** (темы № 1 — 10).

**Часть II. Оборудование** (темы № 11 — 17).

**Приложение** (словарь терминов и системный указатель).

В начале каждой темы указывается её связь с контекстом и формулируется перечень **основных вопросов**, на которые следует искать ответ в изложенном материале. Материал излагается в форме только основных результатов, с указанием литературных источников, где данный вопрос рассматривается более подробно. Список литературы — отдельный для каждой темы. Применяемые термины объясняются в сносках или в **словаре терминов** (см. Приложение). Там же помещен и **системный указатель**, позволяющий читателю легко найти ответ на интересующий его вопрос. В конце каждой части дается подробное обобщение представленного материала.

Книга носит **прикладной характер** и может быть полезной для преподавателей и студентов технических вузов или для лиц интересующихся развитием цифровой печати в целом.

## Список сокращений

---

АМ — амплитудная модуляция  
АЦП — аналого-цифровой преобразователь  
ЕТ — единая технология (цифровой печати)  
ИС — информационная система  
КВА — копировально-выводной аппарат  
ЛПУ — лазерное печатающее устройство  
ОЦП — оборудование цифровой печати  
ПН — промежуточный носитель  
ПУ — печатающее устройство  
РИС — репрографическая информационная система  
СЭИ — скрытое электростатическое изображение  
ЦП — цифровая печать  
ЦПМ — цифровая печатающая машина  
ЧКХ — частотно-контрастная характеристика  
ЧМ — частотная модуляция  
ФПМ — функция передачи модуляции  
ФР — фоторецептор  
ЭГ — электрографический  
ЭФГ — электрофотографический  
ЭФС — электрофотографический слой

\*\*\*

AM — Amplitude Modulation  
BOD — Book-on-Demand  
CAD — Charged Area Development  
CGL — Charge Generation Layer  
CMS — Color Management System  
CMM — Color Matching Management