

Общий стандарт на проектирование печатных плат.

(Перевод на русский язык, редакция №10.2008)

Примечание: настоящий перевод распространяется только с официальной версией на английском языке. Регулирующей версией является версия на английском языке. В случае разночтений необходимо руководствоваться версией на английском языке.

Разработан IPC-Д-275 рабочей группой (Д-31в) по жестким печатным платам комитета (Д-30) IPC

IPC-2221A
Май 2003
Замещает:
IPC-2221
Февраль 1998

Стандарт разработан IPC

Перевод выполнен:
ФГУП ВНИИА
под редакцией
ЗАО Предприятие Остек

Авторизированный дистрибьютор:
ЗАО Предприятие Остек
121467, РФ, г. Москва,
ул. Молдавская, д.5, стр.2
тел.: (495) 788-44-44
факс: (495) 788-44-42

Оглавление

1.0 Назначение.....	6	4.2.2 Адгезивы.....	30
1.1 Цель.....	6	4.2.3 Склеивающие плёнки или листы.....	32
1.2 Иерархия документации.....	6	4.2.4 Электропроводящие адгезивы.....	32
1.3 Система измерения.....	6	4.2.5 Теплопроводящие/электроизоляционные адгезивы.....	33
1.4 Пояснения.....	6	4.3 Слоистые материалы.....	33
1.5 Определение терминов.....	6	4.3.1 Окраска.....	34
1.6 Классификация продукции.....	6	4.3.2 Диэлектрическая толщина/расстояние.....	34
1.6.1 Тип плат.....	7	4.4 Проводящие материалы.....	34
1.6.2 Классы характеристик.....	7	4.4.1 Химическое медное покрытие.....	34
1.6.3 Уровень технологичности (возможность изготовления).....	7	4.4.2 Полупроводящее покрытие.....	34
2.0 Применяемая документация.....	7	4.4.3 Медное гальваническое покрытие.....	34
2.1 IPC.....	8	4.4.4 Осаждение золота.....	34
2.2 Общие промышленные стандарты.....	9	4.4.5 Никелевое покрытие.....	36
2.3 Общество инженеров автомобильной промышленности.....	9	4.4.6 Олово/свинцовое покрытие.....	37
2.4 Американское общество по материалам и испытаниям.....	9	4.4.7 Нанесение припоя.....	37
2.5 Underwriters Labs.....	9	4.4.8 Другие металлические покрытия для концевых контактов.....	37
2.6 IEEE.....	9	4.4.9 Металлическая фольга/плёнка.....	37
2.7 ANSI.....	9	4.4.10 Материалы электронных компонентов.....	38
3.0 Общие требования.....	9	4.5 Органические защитные покрытия.....	38
3.1 Иерархия документов.....	14	4.5.1 Покрытие паяльным резистом (паяльная маска).....	38
3.1.1 Порядок применения.....	14	4.5.2 Конформные покрытия.....	40
3.2 План проектирования.....	14	4.5.3 Потемнение защитного покрытия.....	43
3.2.1 Требования к готовой продукции.....	14	4.6 Маркировка и надписи.....	43
3.2.2 Оценка плотности.....	14	4.6.1 Маркировка с учетом требований ESD.....	43
3.3 Принципиальная / логическая схема.....	15	5.0 Механические/физические свойства.....	44
3.4 Перечень элементов.....	15	5.1 Обсуждение вопросов производства.....	44
3.5 Рассмотрение требований к испытаниям.....	15	5.1.1 Изготовление несмонтированных плат.....	45
3.5.1 Контролируемость смонтированных печатных плат.....	16	5.2 Конфигурация печатных плат/продукции.....	45
3.5.2 Контроль граничным сканированием.....	17	5.2.1 Тип печатных плат.....	45
3.5.3 Функциональный контроль модулей (сборочных узлов на печатных платах).....	17	5.2.2 Размеры плат.....	45
3.5.4 Внутрисхемный контроль модулей на печатных платах.....	20	5.2.3 Геометрия плат (размеры и форма).....	45
3.5.5 Механические требования.....	23	5.2.4 Изгиб и скручивание.....	45
3.5.6 Электрические требования.....	23	5.2.5 Структурная прочность.....	45
3.6 Оценка плана.....	24	5.2.6 Сложные платы (с укрепляющим основанием).....	46
3.6.1 План (схема) проектирования плат.....	24	5.2.7 Вибрация.....	48
3.6.2 Оценка допустимой плотности.....	25	5.3 Требования к сборке.....	49
3.7 Требуемые характеристики.....	27	5.3.1 Присоединение механических средств, используемых для монтажа.....	49
4.0 Материалы.....	29	5.3.2 Крепление детали.....	49
4.1 Выбор материала.....	29	5.3.3 Сборка и испытание.....	49
4.1.1 Выбор материалов для обеспечения структурной прочности.....	29	5.4 Системы измерения.....	50
4.1.2 Выбор материалов для обеспечения требований к электрическим свойствам.....	29	5.4.1 Размеры и допуски.....	50
4.1.3 Выбор материалов для обеспечения необходимых свойств в условиях воздействия окружающей среды.....	29	5.4.2 Расположение компонентов и деталей.....	50
4.2 Диэлектрическое основание материала (включая препреги и адгезивы).....	29	5.4.3 Базовые элементы.....	51
4.2.1 Предварительно пропитанный склеивающий слой (препрег).....	29	6.0 Электрические характеристики.....	57
		6.1 Рассмотрение вопросов, связанных с электрическими характеристиками.....	57
		6.1.1 Требования к наличию защитных покрытий.....	57
		6.1.2 Рассмотрение вопросов распределения электропитания.....	57
		6.1.3 Рассмотрение типов схем.....	58

6.2. Требования к проводящему материалу.....	59	8.1.7 Монтаж над проводящими участками. ...	84
6.3 Электрический зазор.....	62	8.1.8 Зазоры.....	84
6.3.1 В1 – Проводники внутренних слоев.	63	8.1.9 Физическое крепление.....	85
6.3.2 В2 – Наружные проводники (внешних слоев), непокрытые, высота над уровнем моря до 3050 м.....	63	8.1.10 Рассеяние тепла.....	86
6.3.3. В3 – Наружные проводники, непокрытые, высота над уровнем моря более 3050 м.....	63	8.1.11 Разгрузка механических напряжений. ..	87
6.3.4. В4 – Наружные проводники с постоянным полимерным покрытием (любая высота над уровнем моря).....	65	8.2 Основные требования к соединению.	88
6.3.5 А5 – Наружные проводники с конформным покрытием всей сборки (любая высота над уровнем моря).....	65	8.2.1 Монтаж в сквозные отверстия.	88
6.3.6 А6 – Наружные контакты/выводы компонента, непокрытые. Высота над уровнем моря до 3050 м.....	65	8.2.2 Поверхностный монтаж.....	88
6.3.7. А7 - Наружные выводы/контакты компонента с конформным покрытием (любая высота над уровнем моря).....	65	8.2.3 Сборки со смешанным монтажом.	88
6.4. Управление импедансом.	65	8.2.4 Рассмотрение вопросов пайки.	88
6.4.1. Микрополосковая линия.	66	8.2.5 Соединители и межсоединения.	88
6.4.2 Впрессованная микрополосковая линия.	66	8.2.6 Крепежная арматура.	91
6.4.3 Параметры полосковой линии.	66	8.2.7 Усилители жесткости.	91
6.4.4 Параметры асимметричной полосковой линии.	67	8.2.8 Контактные площадки для расплющенных круглых выводов.	92
6.4.5 Рассмотрение емкости.	69	8.2.9 Паяемые контакты.	92
6.4.6 Рассмотрение индуктивности.	69	8.2.10 Лепестки.....	92
7.0 Управление теплом.....	71	8.2.11 Специальные соединения.....	93
7.1.1 Теплопроводность.....	72	8.2.12 Термоусаживаемые элементы.....	94
7.1.2 Излучение.	72	8.2.13 Электрическая шина.	95
7.1.3 Конвекция.	73	8.2.14 Гибкий кабель.....	95
7.1.4 Влияние высоты.	73	8.3 Требования к сквозным металлизированным отверстиям.	95
7.2 Рассмотрение рассеяния тепла.	73	8.3.1 Выводы, монтируемые в сквозные отверстия.....	95
7.2.1 Рассеяние тепла отдельным компонентом.	73	8.4 Стандартные требования к поверхностному монтажу.....	99
7.2.2 Управление теплом печатной платы с теплоотводами.....	73	8.4.1 Поверхностно-монтируемые компоненты с выводами.	100
7.2.3 Сборка теплоотводов с платами.	74	8.4.2 Компоненты в плоском корпусе.....	101
7.2.4 Рассмотрение специальной конструкции теплоотводов плат для поверхностного монтажа.....	75	8.4.3 Ленточные выводы.	101
7.3 Способы передачи тепла.	77	8.4.4 Круглые выводы.....	101
7.3.1 Характеристики коэффициента термического расширения (КТР).....	77	8.4.5 Розетки для компонентов с выводами. .	101
7.3.2 Передача тепла.	77	8.5 Технология поверхностного монтажа компонентов с малым шагом выводов. См. SMC-TR-001	101
7.3.3 Тепловое выравнивание.	77	8.6. Бескорпусные кристаллы п/п ИС.	101
7.4 Надежность тепловой конструкции.	77	8.6.1 Соединения проволокой.....	101
8.0 Компоненты и проблемы сборки.....	79	8.6.2 Перевернутый кристалл.....	101
8.1 Общие требования к размещению.....	79	8.6.3 Корпус размером с кристалл.....	101
8.1.1 Автоматическая сборка.	79	8.7 Автоматизированное соединение кристаллов в ленту	102
8.1.2 Размещение компонента.....	80	8.8 Шариковые выводы из припоя	102
8.1.3 Ориентация.	83	9.0 Отверстия/межсоединения.....	102
8.1.4 Доступность.....	83	9.1 Общие требования к контактными площадкам с отверстиями	102
8.1.5 Очертание конструкции.	83	9.1.1 Требования к контактной площадке	102
8.1.6 Центрирование корпуса компонента.	84	9.1.2 Требования к кольцевой контактной площадке.....	102
		9.1.3 Высвобождения в проводящих поверхностях	104
		9.1.4 Контактные площадки для сплюснутых круглых выводов	104
		9.2 Отверстия.....	104
		9.2.1 Неметаллизированные отверстия	104
		9.2.2 Сквозные металлизированные отверстия	104

Табл.9-2 Внутренняя кольцевая площадка (минимум) 104

Таблица 9-3 Минимальный размер просверленного отверстия для внутренних переходов 105

Таблица 9-4 Минимальный размер просверленного отверстия для глухого перехода 105

Таблица 9-5 Допуск на расположение отверстия 106

Табл.10-1 Толщина фольги внутренних слоев после технологической обработки..... 108

Табл.10-2 Толщина внешних проводников после нанесения гальванического покрытия..... 109

Таблица 10-3 Допуски на ширину проводников для фольги толщиной 46 мкм..... 109

Табл.12-1 Требования к частоте повторения купонов..... 117

Рисунки

Рис.3-1 Габариты (размер) корпуса и количество входов/выходов 15

Рис.3-2 Свободная зона контрольной контактной площадки для компонента 21

Рис. 3-3 Свободная зона контрольной контактной площадки для высоких компонентов 22

Рис.3-4 Зондирование контрольных контактных площадок 22

Рис.3-5 Образец расчёта используемой площади, мм (Определение используемой поверхности, включающей допустимое расстояние до участка концевых контактов платы , направляющего участка или участка для экстрактора платы)..... 26

Рис.3-6 Оценка плотности печатной платы 27

Рис.5-1 Пример стандартных размеров печатной платы, мм 47

Рис.5-2 Типичная конструкция платы с симметричным расположением укрепляющего основания 48

Рис.5-3А Многослойная плата с двумя симметрично расположенными укрепляющими основаниями (поверхность медь-инвар-медь соединена со сквозным металлизированным отверстием и рисунком теплоотвода, приведенным на рис.9-4) 48

Рис.5-3В Плата с симметрично расположенным основанием медь-инвар-медь..... 48

Рис. 5-4 Преимущества позиционных допусков по сравнению с двусторонними допусками..... 51

Рис. 5-4А Ссылочная рамка базы..... 52

Рис. 5-5А Пример расположения сквозных металлизированных отверстий 53

Рис. 5-5В Пример схемы расположения установочных/монтажных отверстий..... 53

Рис.5-5 С Пример расположения проводящего рисунка с использованием реперных знаков 54

Рис.5-5 D Пример расположения и допуска профиля печатной платы. 55

Рис.5-5 E Пример простановки чертеже печатной платы размеров и допуска, мм. 55

Рис.5-6 Сравнительные требования к зазору. 56

Рис.5-7 Пример оформления, мм 56

Рис.5-8 Пример расположения и допуска ключевого паза разъема, мм 57

Рис. 6-1 Концепция распределения питания/земли 61

Рис. 6-2 Обособленная разводка по краю платы 62

Рис. 6-3 Распределение цепей схемы по частоте 62

В1 – Проводники внутренних слоев 63

Рис. 6-4 Толщина и ширина проводников для внутренних и наружных слоев 64

Рис. 6-7 Зависимость емкости от ширины проводника и интервала для полосковых линий, мм 71

Рис. 6-8 Пересечение проводников 71

Рис. 7-1 Требования к зазорам между компонентами при автоматическом монтаже компонентов в сквозные металлизированные отверстия (в дюймах) 76

Рис. 8-1 Ориентация компонентов по краям платы при пайке волной припоя 83

Рис. 8-2 Центрирование корпуса компонента 84

Рис. 8-3 Компонент с осевыми выводами, смонтированными над проводниками..... 84

Рис. 8-4 Зазоры незащищенной платы 84

Рис. 8-5 Компонент с осевыми выводами, закрепленный в зажиме 85

Рис. 8-6 Компонент с осевыми выводами, закрепленный адгезивом..... 85

Рис. 8-7 Монтаж с выступами или подставками 86

Рис. 8-8 Примеры рассеяния тепла 86

Рис. 8-9 Изгибы вывода..... 87

Рис. 8-10 Типичные конфигурации выводов 88

Рис. 8-11 Проставление допусков для края платы 90

Рис. 8-12 Формы направляющих скосов 90

Рис. 8-13 Типовое устройство ключа..... 90

Рис. 8-14 Парный соединитель 91

Рис. 8-15 Торцевой адаптерный соединитель для печатной платы 91

Рис. 8-16 Характеристика соединения круглого или расплющенного вывода 93

Рис. 8-17 Монтажный контакт, мм..... 93

Рис. 8-18 Конструкция сдвоенного отверстия для соединения контакта с наружными и внутренними слоями платы..... 94

Рис.8-19 Частично подогнутые концы выводов в отверстии..... 96

Рис.8-20 Изгибы вывода DIP корпуса..... 96

Рис.8-21 Припой на радиусе изгиба вывода..... 96

Рис. 8-22 Компоненты с двумя радиальными выводами 97

Рис.8-23 Расположение компонента с двумя радиальными выводами.....	97	Рис.11-1 Схема проектирования печатной платы/последовательность изготовления... 114	114
Рис. 8-24 Зазор мениск-плата, мм.....	97	Рис.11-2 Осмотр многослойной платы.....	115
Рис.8-25 Компонент в корпусе ТО с радиальными выводами, мм.....	97	Рис.11-3 Окна в паяльном резисте.....	115
Рис.8-26 Перпендикулярное расположение компонента, мм.....	98	Рис.12-1 Расположение испытательной схемы. 119	119
Рис.8-27 Плоские корпуса и квадратные плоские корпуса.....	98	Рис.12-2 Тест-купоны А и В, мм.....	122
Рис.8-28 Пример конфигурации ленточных выводов плоских корпусов, установленных в отверстие платы.....	99	Рис.12-3 Тест-купоны А и В (проводящие элементы).....	123
Рис. 8-29 Металлический мощный корпус с податливыми выводами.....	99	Рис. 12-4 Тест-купон А/В, мм.....	124
Рис. 8-30 Металлический мощный корпус с эластичными шайбами.....	99	Рис.12-5 Тест-купон А/В (проводящие элементы), мм.....	125
Рис.8-31 Металлический мощный корпус с неподатливыми выводами.....	99	Рис.12-6 Купон С, только внешние слои, мм....	126
Рис.8-32 Примеры монтажа плоского корпуса. 100	100	Рис.12-7 Тест-купон D, мм.....	126
Рис. 8-33 Круглый или зачеканенный вывод... 101	101	Рис.12-7 (продолжение) Пример десятислойного купона.....	128
Рис.8-34 Конфигурация ленточных выводов для поверхностно-монтируемых плоских корпусов.....	101	Рис.12-8 Пример десятислойного купона D, модифицированного для включения глухих и внутренних переходных отверстий.....	129
Рис. 8-35 Требования к размещению “пятки” вывода.....	101	Рис.12-9 Купон D для контроля процесса изготовления 4 ^х слойной платы.....	130
Рис.9-1 Примеры измененной формы контактных площадок.....	103	Рис.12-10 Купон E, мм.....	130
Рис.9-2 Внешняя кольцевая площадка.....	103	Рис.12-11 Необязательный купон H, мм.....	131
Рис.9-3 Внутренняя кольцевая площадка.....	103	Рис. 12-12 Примеры комбинированных рисунков.....	131
Рис.9-4 Типичный тепловой рельеф поверхности.....	106	Рис.12-13 Y-проводящий рисунок для ЧИП-компонентов.....	132
Рис. 10-1 Пример проводника с заужением.....	109	Рис.12-14 Тест-купон , мм F.....	132
Рис.10-2 Оптимизация расположения проводников между контактными площадками.....	111	Рис. 12-15 Тест-купон R.....	134
Рис.10-3 Характеристики протравленных проводников.....	113	Рис. 12-16 Наихудшее соотношение отверстие/контактная площадка.....	134
		Рис.12-17 Тест-купон G, адгезия паяльного резиста.....	135
		Рис.12-18 Тест-купон M, испытания на паяемость для технологии поверхностного монтажа..	135
		Рис.12-19 Тест-купон N, прочность на отслаивание, прочность сцепления для технологии поверхностного монтажа.....	136
		Рис. 12-20 Тест-купон S, мм.....	136
		Рис. 12-21 Методика выполнения статистического контроля процесса (SPC).....	137
		Рис.12-22 Тест-купон X, мм.....	137
		Рис.12-23 Испытание на изгиб.....	138

Общий стандарт на проектирование печатных плат

1.0 Назначение

Настоящий стандарт устанавливает основные требования к проектированию печатных плат на органическом основании и другим видам монтажа компонентов или структурам межслойных соединений. Органические материалы могут быть гомогенными, армированными или комбинированными с неорганическими материалами; межсоединения могут осуществляться с помощью односторонних, двусторонних или многослойных структур.

1.1 Цель

Требования, содержащиеся в данном стандарте, предназначены для установления принципов и рекомендаций по проектированию, которые **должны** использоваться совместно с детальными требованиями к специфическим структурам межсоединений частных стандартов (см.1.2) при разработке детальных конструкций, предназначенных для установки и соединения пассивных и активных компонентов. Данный стандарт не предназначен для использования в качестве технических условий на готовые печатные платы или в качестве приемочного документа для электронных сборок. Требования к приемке электронных сборок см. в IPC/EIA-J-STD-001 и IPC-A-610.

Компоненты могут быть предназначены для монтажа в сквозные металлизированные отверстия, поверхностного монтажа, могут иметь малый шаг выводов, сверхмалый шаг выводов, быть корпусными или бескорпусными. Для обеспечения физических, тепловых, электронных функций и требований в условиях воздействия окружающей среды могут использоваться любые комбинации материалов.

1.2 Иерархия документации

Данный стандарт определяет основные принципы проектирования и дополнен разными частными документами, делающими акцент на специфические аспекты технологии изготовления печатных плат.

Примерами являются:

IPC-2222	Частный стандарт на проектирование жестких печатных плат на органическом материала основания
IPC-2223	Проектирование гибких печатных плат
IPC-2224	Проектирование печатных плат памяти для персональных компьюте-

IPC-2225	Проектирование печатных плат на органическом основании для многокристальных модулей
IPC-2226	Проектирование печатных плат с высокоплотными межсоединениями
IPC-2227	Проектирование плат на органическом основании, используемых для дискретного монтажа

Список является перечнем частных стандартов и не является неотъемлемой частью данного общего стандарта. Указанные документы входят в комплект стандартов на проектирование печатных плат, который идентифицируется как IPC-2220. Номер IPC-2220 используется только для обозначения комплекта, включающего все документы, входящие в него, и облегчает процесс поиска его местоположения при заказе.

1.3 Система измерения

Все размеры и допуски в данном стандарте выражаются в метрических единицах измерения. Заказчики при согласовании характеристик и качества продукции по данным техническим условиям должны использовать метрическую систему измерения.

1.4 Пояснения

"**Shall**" – императивная форма глагола, которая используется в данном стандарте для выражения обязательности предъявляемых требований. Отклонения от обязательности требований могут быть рассмотрены при наличии достаточных данных, обосновывающих их допустимость. Слова "should" и "may" использованы для выражения необязательности требований. Слово "will" использовано для выражения заявления о намерении.

Для облегчения чтения слово "**shall**" представлено усиленным шрифтом.

1.5 Определение терминов

Определения всех терминов, используемых в данном стандарте, должны соответствовать IPC-T-50.

1.6 Классификация продукции

Данный стандарт устанавливает, что жесткие печатные платы и смонтированные печатные платы являются субъектом классификации, основанной на их конечном применении. Классификация по признаку изготовляемости связана со сложностью

проектирования и требуемой точностью изготавливаемых специфических печатных плат или сборки на них. В связи с этим, высоконадёжная продукция, определяемая как продукция Класса 3 (см.1.6.2), может требовать проектирования с уровнем сложности "А" (предпочтительная изготовляемость) для многих характеристик печатных плат или сборок на печатных платах (см.1.6.3).

1.6.1 Тип плат

Данный стандарт представляет информацию о конструкции плат разных типов. Типы плат отличаются технологией изготовления и классифицированы в частных стандартах.

1.6.2 Классы характеристик

Установлено три основных класса конечной продукции, отражающих прогрессивный рост её сложности, требований к функциональным характеристикам и частоте (периодичности) проверок и испытаний. Необходимо признать, что требования классов аппаратуры могут перекрываться. Заказчик печатных плат несёт ответственность за определение класса, к которому должна относиться его продукция. В контракте **должен** указываться требуемый класс характеристик и любые отклонения соответствующих специфических параметров.

Класс 1 Электронная аппаратура общего назначения Данная продукция включает потребительскую аппаратуру, некоторые компьютеры и компьютерную периферию, а также соответствующие изделия военного назначения, когда косметические дефекты не имеют значения и главным требованием является функциональная полнота печатных плат или сборок на печатных платах.

Класс 2 Чувствительная сервисная электронная продукция Данная продукция включает коммутационное оборудование, сложную оргтехнику, инструменты и военную аппаратуру, когда требуются высокие эксплуатационные характеристики и длительный срок службы, а непрерывность в работе является желаемой, но не критичной.

Класс 3 Высоконадёжная электронная продукция Данная продукция включает коммерческую и военную аппаратуру, для которой постоянство характеристик или работа по требованию являются критичными. Аппаратура не должна простаивать и должна функционировать при длительном сроке службы или когда она используется в системах контроля полёта. Печатные платы и сборки на печатных платах данного класса подходят для использования в тех случаях, когда требуется высокий уровень надёжности и долговечность.

1.6.3 Уровень технологичности (возможность изготовления)

В данном стандарте предусмотрены три уровня сложности конструкций, которые определяются установленными допусками, размерами, сборкой, финишными испытаниями или проверкой производственного процесса, влияющими на увеличение сложности оснастки, материалов и процессов обработки, а в итоге – на увеличение стоимости изготовления продукции. Этими уровнями являются:

Уровень А – Обычный (наиболее широко используемый) уровень сложности конструкции - предпочтительный

Уровень В – Уровень умеренной сложности конструкции - стандартный

Уровень С – Уровень высокой сложности конструкции – наименее используемый.

Уровень технологичности должен интерпретироваться не как требование к конструкции, а как способ установления связи между конструкцией и возможностью её изготовления. Использование одного уровня для специфических характеристик не означает, что другие характеристики должны быть того же уровня. Выбор всегда должен основываться на минимальной необходимости, особенно, когда выбираются такие параметры, как точность, эксплуатационные качества, плотность проводящего рисунка, а также аппаратура и требуемые испытания, которые определяют уровень технологичности конструкции. Числа, приведённые в многочисленных таблицах, должны использоваться как руководство при определении уровня технологичности для любой характеристики. Специфическое требование к любой характеристике, которая должна быть проконтролирована на конечном этапе, должно быть указано в основном чертеже печатной платы или в сборочном чертеже.

2.0 Применяемая документация

Ниже приведены документы, оформленные как часть данного стандарта для привлечения к ним внимания. При возникновении конфликта между требованиями IPC-2221 и требованиями, перечисленными в приведённых ниже документах, преимущество отдаётся IPC - 2221.

2.1 IPC¹

IPC- A – 22 Идентификационные тестовые образцы UL

IPC-A-43 Фотошаблон десятого слоя многослойной печатной платы

IPC-A-47 Фотошаблон составного проводящего рисунка десятого слоя

IPC – T- 50 Термины и определения для межсоединений и компоновки электронных схем

тажных печатных плат

IPC – CF – 152 Технические условия на композитные металлические материалы для монтажных печатных плат

IPC – D – 279 Руководство по разработке технологии поверхностного монтажа на печатных платах

IPC – D – 310 Руководство по изготовлению фотошаблонов и методам измерения

IPC – D – 317 Руководство по проектированию быстродействующих электронных схем

IPC – D – 322 Руководство по выбору размеров монтажных печатных плат с использованием заготовок стандартных размеров

IPC – D – 325 Требования к документации на печатные платы

IPC – D – 330 Руководство по проектированию ручным способом

IPC – D – 356 Формат данных электрических испытаний несмонтированной подложки

IPC – D – 422 Руководство по проектированию жестких печатных плат с монтажом соединителей под запрессовку

IPC – TM – 650 Руководство по методам контроля²

Метод 2.4.22 C 06/99 Изгиб и скручивание

IPC – SM – 770 Монтаж компонентов на печатные платы

IPC - SM – 780 Компоновка элементов и межсоединений с использованием поверхностного монтажа

IPC – SM – 782 Проектирование с использованием метода поверхностного монтажа и стандартных контактных площадок

IPC – SM – 785 Руководство по ускоренным испытаниям на надежность паяных соединений при поверхностном монтаже

IPC – MC – 790 Руководство по технологии применения многокристального модуля

IPC – CC – 830 Испытания и характеристики электроизоляционного компаунда для печатных плат

IPC – SM – 840 Испытания и характеристики постоянного полимерного покрытия (паяльной маски) на печатных платах

IPC-2141 Печатные платы с контролируемым импедансом и высокочастотной логической схемой

IPC – 2511 Основные требования к выполнению описания данных по изготовлению изделий и методика их передачи

IPC– 2513 Методы составления описания данных

IPC – 2514 Описание данных для изготовления печатной платы

IPC – 2515 Описание данных электрических испытаний несмонтированных печатных плат

IPC – 2516 Готовая продукция. Собранная плата

IPC – 2518 Описание данных изделия в спецификации

IPC – 2615 Печатные платы Размеры и допуски

IPC – 4101 Ламинаты/препреги Стандарт на материалы для печатных плат

IPC-4202 Гибкие диэлектрики для использования в гибких печатных схемах

IPC-4203 Диэлектрические пленки с адгезивным покрытием и гибкие адгезивные соединительные пленки для гибких печатных схем

IPC-4204 Гибкие фольгированные диэлектрики, используемые для изготовления гибких печатных схем

IPC-4552 Технические условия на покрытие химический никель/иммерсионное золото для печатных плат

IPC-4562 Металлическая фольга, используемая для печатного монтажа

IPC – 6011 Характеристики печатных плат Технические условия

¹ www.ipc.org

² Текущие и пересмотренные IPC Методы испытаний приведены в IPC-TM-650 и на сайте (www.ipc.org/html/testmethods.htm)