

Требования и испытания TFT-модулей NEC Electronics, работающих в жестких условиях эксплуатации

В статье проведен анализ соответствия заводских испытаний TFT-модулей NEC Electronics требованиям отечественных нормативных документов. Основное внимание уделено испытаниям, определяющим способность изделий выдерживать жесткие условия эксплуатации (механические, климатические воздействия, пыль, электрические разряды). Рассмотрены как промышленные TFT-модули, так и устройства высокого разрешения.

**Алексей ЗАЙЦЕВ,
к. т. н.**

alexey.zaycev@eltech.spb.ru

Введение

Для разработчиков не является секретом, что при постановке продукции на производство и в процессе производства приходится проводить массу испытаний. При этом обязательно проводятся испытания способности изделия противостоять различным разрушающим воздействиям: вибрации, ударам, электрическим разрядам, пыли, повышенным температурам и т. п. Следует отметить, что для изделий, предназначенных для жестких условий эксплуатации (промышленное оборудование и т. п.), последние испытания играют весьма важную роль.

В случае, если разработчик решает использовать тот или иной покупной модуль в разрабатываемом изделии, он неизбежно сталкивается с несколькими задачами. Первая — это правильно подобрать марку и модель модуля, максимально соответствующего необходимым требованиям не только с точки зрения основных характеристик изделия, но и с позиции воздействия различных разрушающих факторов. Вторая — разработать оптимальную конструкцию изделия, максимально учитывающую способности модуля противостоять разрушающим факторам. И третья — выбрать номенклатурный документ, регламентирующий проведение испытаний, и провести их.

Здесь сразу следует отличать промышленные TFT-панели от панелей бытовых, выпускаемых другими производителями, эксплуатация которых проводится в «мягких» условиях. Поскольку TFT-панели NEC Electronics проходят достаточно серьезные заводские испытания и ориентированы на промышленное применение, то очевидно стремление разработчиков использовать данные панели в своих проектах.

Для оказания помощи разработчикам и решения описанных задач служит настоящая статья. На основании данных, предоставляемых производителем TFT-панелей в документации, и требований отечественных нормативных документов проведен анализ их соответствия и возможной применимости панелей в разработках.

Климатические испытания промышленных TFT-модулей

Это, по-видимому, одни из самых востребованных испытаний, поскольку подтверждают способность эксплуатации, хранения и транспортировки изделий в разных климатических районах. Производитель панелей в документации всегда указывает температурный диапазон эксплуатации и хранения. NEC Electronics также указывает виды и параметры заводских испытаний, которые проводятся с панелями. При решении использовать тот или иной модуль в изделии возникает необходимость проведения испытаний изделия и соответствия испытаний модуля и испытательного изделия в целом. В идеальном случае условия испытаний изделия не должны быть жестче, чем заводские испытания модулей. В этом случае модуль вполне возможно установить практически в любую конструкцию и не предпринимать специальных мер, связанных с подогревом или охлаждением модуля.

На основании видов и параметров заводских климатических испытаний модулей проведен анализ применимости отечественных нормативных документов, регламентирующих проведение соответствующих испытаний. В таблице 1 приведены следующие данные промышленных TFT-модулей NEC Electronics: температурный диапазон эксплуатации и хранения, параметры климатичес-

ких заводских испытаний NEC [1], а также отечественные нормативные методы соответствующих испытаний [2–4]. Поскольку одними из основных изделий, в которых применяются TFT-панели, являются промышленные приборы, которые должны соответствовать ГОСТ 12997 [5], то в таблице 1 для каждой панели указана соответствующая группа исполнения.

С точки зрения соответствия испытаний отечественным нормативным документам среди всех климатических испытаний, которым подвергаются практически все панели, можно выделить испытание на воздействие повышенной рабочей температуры среды (согласно методу 201-2.1 по ГОСТ 20.57.406 либо методу 201-2.1 по ГОСТ Р 51368), испытание на воздействие повышенной влажности среды (согласно методу 207-2 по ГОСТ 20.57.406 либо методу 207-2 по ГОСТ Р 51369), испытание на воздействие постепенного изменения температуры среды (согласно методу 205-2 по ГОСТ 20.57.406, либо методу 205-2 по ГОСТ Р 51368), испытание на воздействие быстрого изменения температуры среды (согласно методу 205-1 по ГОСТ 20.57.406, либо методу 205-1 по ГОСТ Р 51368).

Следует отметить, что у некоторых панелей (NL10276BC16-01, NL10276BC20-08, NL8060BC31-20, NL10276BC24-14, NL10276BC30-17) заводские тесты на повышенные рабочие температуры проводятся в более жестких условиях, чем предусмотрено методом 201-2.1. А именно, панель выдерживают при температуре, превышающей максимальную рабочую температуру эксплуатации. Дополнительно в камере устанавливают и контролируют влажность.

Добавим, что у панелей NL3224AC35-01/06 дополнительно проводятся испытания на воздействие пониженной рабочей температуры

Таблица 1. Основные климатические испытания TFT-модулей NEC промышленного применения

Диагональ	Разре- шение	Модель	Диапазон раб. температур, °С	Температура хранения, °С	Тесты NEC на климатические воздействия	Метод испытания по ГОСТ 20.57.406	Термоциклы NEC в рабочем состоянии (1)	Термоудар NEC в выключенном состоянии (2)	Категория исполнения по ГОСТ 12997
3,5" (8,9 см)	240×320	NL2432HC22-40J/40K	-20...+70	-20...+70	+55 °С 85% влаж. 240 ч	нет	50 циклов по 4 ч: 1 ч -20 °С, 1 ч +70 °С	100 циклов по 1 ч: 30 мин -20 °С, 30 мин +70 °С. Время переноса 5 мин	B1, B2, B3, B4, C3
5,5" (14 см)	320×240	NL3224AC35-01/06	-30...+85	-40...+95	+85 °С 192 ч	метод 201-2.1	35 циклов по 8 ч: 2 ч +75 °С, 2 ч -30 °С 10 циклов по 24 ч: 4 ч +23 °С 65% вл., 10 ч +55 °С 97% вл., 2 ч -40 °С, 2 ч +85 °С	50 циклов по 4 ч: 2 ч +95 °С, 2 ч -40 °С. Время переноса 5 мин	B1, B2, B3, B4, C1, C3, C4, D1
					+60 °С 90% влаж. 192 ч	метод 207-2			
					(выкл) +95 °С 192 ч	метод 202-1			
					-30 °С 192 ч	метод 203-1			
NL3224BC35-20/21/22	-10...+70	-30...+80	+70 °С 240 ч	метод 201-2.1	50 циклов по 4 ч: 1 ч -10 °С, 1 ч +70 °С	100 циклов по 1 ч: 30 мин -30 °С, 30 мин +80 °С. Время переноса 5 мин	B1, B2, B3, B4, C3		
			+55 °С 85% влаж. 240 ч	нет					
6,3" (16,1 см)	1024×768	NL10276BC12-02	0...+65	-20...+80	+65 °С 240 ч	метод 201-2.1	50 циклов по 4 ч: 1 ч 0 °С, 1 ч +65 °С	100 циклов по 1 ч: 30 мин -20 °С, 30 мин +80 °С. Время переноса 5 мин	B1, B2, B3, B4
					+55 °С 85% влаж. 240 ч	нет			
6,5" (17 см)	640×480	NL6448BC20-18D/20	-10...+70	-20...+80	+70 °С 240 ч	метод 201-2.1	50 циклов по 4 ч: 1 ч -10 °С, 1 ч +70 °С	100 циклов по 1 ч: 30 мин -20 °С, 30 мин +80 °С. Время переноса 5 мин	B1, B2, B3, B4
	1024×768	NL10276BC13-01C	-20...+70	-30...+80	+60 °С 90% влаж. 240 ч	метод 207-2			
7,0" (18 см)	480×234	NL4823BC37-05	-20...+70	-30...+80	+70 °С 240 ч	метод 201-2.1	50 циклов по 4 ч: 1 ч -20 °С, 1 ч +70 °С	100 циклов по 1 ч: 30 мин -30 °С, 30 мин +80 °С. Время переноса 5 мин	B1, B2, B3, B4, C3
					+60 °С 90% влаж. 240 ч	метод 207-2			
8,4" (21 см)	640×480	NL6448BC26-01/03	0...+60	-20...+70	+60 °С 240 ч	метод 201-2.1	50 циклов по 4 ч: 1 ч 0 °С, 1 ч +60 °С	100 циклов по 1 ч: 30 мин -20 °С, 30 мин +70 °С. Время переноса 5 мин	B1, B2, B3, B4
		NL6448BC26-08D	-10...+70	-20...+80	+70 °С 240 ч	метод 201-2.1			
		NL6448BC26-09/09C	-20...+70	-30...+80	+60 °С 90% влаж. 240 ч	метод 207-2			
		NL8060BC21-02/03/04	-20...+70	-30...+80	+70 °С 240 ч	метод 201-2.1			
	800×600	NL8060BC21-02/03/04	-20...+70	-30...+80	+70 °С 240 ч	метод 201-2.1	50 циклов по 4 ч: 1 ч -20 °С, 1 ч +70 °С	100 циклов по 1 ч: 30 мин -30 °С, 30 мин +80 °С. Время переноса 5 мин	B1, B2, B3, B4, C3
					+60 °С 90% влаж. 240 ч	метод 207-2			
					+70 °С 240 ч	метод 201-2.1			
					+60 °С 90% влаж. 240 ч	метод 207-2			
1024×768	NL10276BC16-01	0...+55	-20...+60	+60 °С 60% влаж. 240 ч	метод 201-2.1	50 циклов по 4 ч: 1 ч 0 °С, 1 ч +55 °С	100 циклов по 1 ч: 30 мин -20 °С, 30 мин +60 °С. Время переноса 5 мин	B1, B2, B3, B4	
				+70 °С 240 ч	метод 201-2.1				
9,0" (23 см)	800×480	NL8048BC24-01	-20...+70	-30...+80	+70 °С 240 ч	метод 201-2.1	50 циклов по 4 ч: 1 ч -20 °С, 1 ч +70 °С	100 циклов по 1 ч: 30 мин -30 °С, 30 мин +80 °С. Время переноса 5 мин	B1, B2, B3, B4, C3
					+60 °С 90% влаж. 240 ч	метод 207-2			
10,4" (26 см)	640×480	NL6448BC33-50	0...+65	-20...+80	+65 °С 240 ч	метод 201-2.1	50 циклов по 4 ч: 1 ч 0 °С, 1 ч +55 °С	100 циклов по 1 ч: 30 мин -20 °С, 30 мин +80 °С. Время переноса 5 мин	B1, B2, B3, B4
		NL6448BC33-53/54/59/59D	-10...+70	-20...+80	+55 °С 85% влаж. 240 ч	нет			
		NL6448BC33-63C/63D/64/64C	-20...+70	-30...+80	+70 °С 240 ч	метод 201-2.1			
		NL8060BC26-27	-10...+70	-20...+80	+60 °С 90% влаж. 240 ч	метод 207-2			
		NL10276BC20-04/04C	0...+60	-20...+70	+70 °С 240 ч	метод 201-2.1			
		NL10276BC20-08	0...+55	-20...+60	+60 °С 60% влаж. 240 ч	метод 201-2.1			
	1024×768	NL10276BC20-04/04C	-20...+70	-30...+80	+60 °С 240 ч	метод 201-2.1	50 циклов по 4 ч: 1 ч 0 °С, 1 ч +60 °С	100 циклов по 1 ч: 30 мин -20 °С, 30 мин +70 °С. Время переноса 5 мин	B1, B2, B3, B4
					+55 °С 85% влаж. 240 ч	нет			
					+70 °С 240 ч	метод 201-2.1			
					+60 °С 90% влаж. 240 ч	метод 207-2			
12,1" (31 см)	800×600	NL8060BC31-20	0...+55	-20...+60	+60 °С 60% влаж. 240 ч	метод 201-2.1	50 циклов по 4 ч: 1 ч 0 °С, 1 ч +55 °С	100 циклов по 1 ч: 30 мин -20 °С, 30 мин +60 °С. Время переноса 5 мин	B1, B2, B3, B4
		NL8060BC31-27/28D/32/36	-10...+70	-20...+80	+70 °С 240 ч	метод 201-2.1			
		NL8060BC31-41D/42/42D	-20...+70	-30...+80	+60 °С 90% влаж. 240 ч	метод 207-2			
		NL10276BC24-13	-10...+70	-20...+80	+70 °С 240 ч	метод 201-2.1			
	1024×768	NL10276BC24-14	0...+55	-20...+60	+60 °С 60% влаж. 240 ч	метод 201-2.1	50 циклов по 4 ч: 1 ч 0 °С, 1 ч +55 °С	100 циклов по 1 ч: 30 мин -20 °С, 30 мин +60 °С. Время переноса 5 мин	B1, B2, B3, B4
					+70 °С 240 ч	метод 201-2.1			
15,0" (38 см)	1024×768	NL10276BC30-15	0...+50	-20...+60	+50 °С 85% влаж. 240 ч	метод 201-2.1	50 циклов по 4 ч: 1 ч 0 °С, 1 ч +55 °С	100 циклов по 1 ч: 30 мин -20 °С, 30 мин +60 °С. Время переноса 5 мин	B1, B2, B3, B4
		NL10276BC30-17	0...+55	-20...+60	+60 °С 60% влаж. 240 ч	метод 201-2.1			
		NL10276BC30-18/18C	-10...+70	-20...+80	+70 °С 240 ч	метод 201-2.1			
					+60 °С 90% влаж. 240 ч	метод 207-2	50 циклов по 4 ч: 1 ч -10 °С, 1 ч +70 °С	100 циклов по 1 ч: 30 мин -20 °С, 30 мин +80 °С. Время переноса 5 мин	B1, B2, B3, B4, C3

* Метод испытания соответствует методу 205-1 по ГОСТ 20.57.406, методу 205-1 по ГОСТ Р 51368.

** Метод испытания соответствует методу 205-2 по ГОСТ 20.57.406, методу 205-2 по ГОСТ Р 51368. *** Не имеет соответствующего эквивалента испытаний по ГОСТ.

среды (согласно методу 203-2 по ГОСТ 20.57.406), а также испытания на воздействие предельных температур среды: повышенной (согласно методу 202-1 по ГОСТ 20.57.406) и пониженной (согласно методу 204-1 по ГОСТ 20.57.406). У этих же панелей кроме стандартного термоциклирования проводится испытание,

не имеющее аналогов в отечественной нормативной документации. Основное отличие от стандартов состоит в том, что при изменении температуры дополнительно варьируется и влажность среды (табл. 1).

Справедливости ради следует отметить, что у некоторых панелей (NL2432HC22-40J/40K,

NL3224BC35-20/21/22, NL10276BC12-02, NL6448BC26-01/03, NL6448BC33-50, NL10276BC20-04/04C) заводские испытания на воздействие повышенной влажности несколько «не дотягивают» по параметрам до метода 207-2 [2, 4]. При этих испытаниях влажность в камере устанавливается равной 85%, тогда

Таблица 2. Основные механические испытания TFT-модулей NEC промышленного применения

Диагональ	Разрешение	Модель	Тест NEC на виброустойчивость (вибропрочность)	Соответствие ГОСТ (метод испытания, ближайшая степень жесткости, группа исполнения)	Тест NEC на воздействие одиночных ударов	Соответствие ГОСТ (метод испытания, ближайшая степень жесткости)
3,5" (8,9 см)	240×320	NL2432HC22-40J/40K	(выкл) 30–100 Гц, ускор. 19,6 м/с ² (2 г), 30 мин на скан., по 1 скан. в каждом направлении	метод 102-1 по ГОСТ 30630.1.2 (степень жесткости 10), метод 102-1 по ГОСТ 20.57.406 (степень жесткости V), группа N4 по ГОСТ 12997	1 удар по каждому направлению ускор. 3920 м/с ² (400 г), длит. 2,5 мс	метод 106-1 по ГОСТ 20.57.406 (степень жесткости V), метод 106-1 по ГОСТ Р 51371 (степень жесткости 10)
5,5" (14 см)	320×240	NL3224AC35-01/06	(выкл) 5–200 Гц, ускор. 29,4 м/с ² (3 г), 10 мин на скан., X, Y напр. по 12 скан., Z напр 24 скан	метод 103-1.1 по ГОСТ 30630.1.2 (степень жесткости 12, 14), метод 103-1.1 по ГОСТ 20.57.406 (степень жесткости VIIa), группы V2, V5 по ГОСТ 12997	3 удара по каждому направлению ускор. 980 м/с ² (100 г), длит. 11 мс	метод 106-1 по ГОСТ 20.57.406 (степень жесткости II), метод 106-1 по ГОСТ Р 51371 (степень жесткости 7)
		NL3224BC35-20/21/22				
6,3" (16,1 см)	1024×768	NL10276BC12-02	(выкл) 5–100 Гц, ускор. 19,6 м/с ² (2 г), 1 мин на скан., 120 скан. на каждом направлении	метод 103-1.1 по ГОСТ 30630.1.2 (степень жесткости 10a), метод 103-1.1 по ГОСТ 20.57.406 (степень жесткости V), группа N4 по ГОСТ 12997	5 ударов по каждому направлению ускор. 539 м/с ² (55 г), длит. 11 мс	метод 106-1 по ГОСТ 20.57.406 (степень жесткости I), метод 106-1 по ГОСТ Р 51371 (степень жесткости 1)
6,5" (17 см)	640×480	NL6448BC20-18D/20				
	1024×768	NL10276BC13-01C				
7,0" (18 см)	480×234	NL4823BC37-05				
8,4" (21 см)	640×480	серия NL6448BC26	(выкл) 5–100 Гц, ускор. 11,76 м/с ² (1,2 г), 1 мин на скан., 10 скан. на каждом направлении	метод 103-1.1 по ГОСТ 30630.1.2 (степень жесткости 9), метод 103-1.1 по ГОСТ 20.57.406 (степень жесткости II), группа N3 по ГОСТ 12997	3 удара по каждому направлению ускор. 294 м/с ² (30 г), длит. 11 мс	метод 106-1 по ГОСТ 20.57.406 (степень жесткости I), метод 106-1 по ГОСТ Р 51371 (степень жесткости 1)
	800×600	NL8060BC21-02/03/04				
	1024×768	NL10276BC16-01				
9,0" (23 см)	800×480	NL8048BC24-01	(выкл) 5–100 Гц, ускор. 19,6 м/с ² (2 г), 1 мин на скан., 120 скан. на каждом направлении	метод 103-1.1 по ГОСТ 30630.1.2 (степень жесткости 10a), метод 103-1.1 по ГОСТ 20.57.406 (степень жесткости V), группа N4 по ГОСТ 12997	5 ударов по каждому направлению ускор. 539 м/с ² (55 г), длит. 11 мс	метод 106-1 по ГОСТ 20.57.406 (степень жесткости I), метод 106-1 по ГОСТ Р 51371 (степень жесткости 1)
	640×480	серия NL6448BC33				
		800×600				
10,4" (26 см)	1024×768	NL10276BC20-04/04C	(выкл) 5–100 Гц, ускор. 11,76 м/с ² (1,2 г), 1 мин на скан., 120 скан. на каждом направлении	метод 103-1.1 по ГОСТ 30630.1.2 (степень жесткости 10), метод 103-1.1 по ГОСТ 20.57.406 (степень жесткости II), группа N3 по ГОСТ 12997	3 удара по каждому направлению ускор. 294 м/с ² (30 г), длит. 11 мс	метод 106-1 по ГОСТ 20.57.406 (степень жесткости I), метод 106-1 по ГОСТ Р 51371 (степень жесткости 1)
		NL10276BC20-08				
		серия NL8060BC31				
12,1" (31 см)	800×600	серия NL8060BC31	(выкл) 5–100 Гц, ускор. 19,6 м/с ² (2 г), 1 мин на скан., 120 скан. на каждом направлении	метод 103-1.1 по ГОСТ 30630.1.2 (степень жесткости 10a), метод 103-1.1 по ГОСТ 20.57.406 (степень жесткости V), группа N4 по ГОСТ 12997	3 удара по каждому направлению ускор. 294 м/с ² (30 г), длит. 11 мс	метод 106-1 по ГОСТ 20.57.406 (степень жесткости I), метод 106-1 по ГОСТ Р 51371 (степень жесткости 1)
	1024×768	NL10276BC24-13/14				
15,0" (38 см)	1024×768	NL10276BC30-15/17	(выкл) 5–100 Гц, ускор. 11,76 м/с ² (1,2 г), 1 мин на скан., 50 скан. на каждом направлении	метод 103-1.1 по ГОСТ 30630.1.2 (степень жесткости 9), метод 103-1.1 по ГОСТ 20.57.406 (степень жесткости II), группа N3 по ГОСТ 12997	3 удара по каждому направлению ускор. 294 м/с ² (30 г), длит. 11 мс	метод 106-1 по ГОСТ 20.57.406 (степень жесткости I), метод 106-1 по ГОСТ Р 51371 (степень жесткости 1)
		NL10276BC30-18/18C				

как согласно методу 207-2 она должна укладываться в пределы $93 \pm 3\%$.

Проведенный анализ соответствия заводских испытаний отечественным нормативным стандартам позволил классифицировать панели по категориям исполнения в соответствии с ГОСТ 12997. Данная классификация (табл. 1) означает, что панели могут быть использованы в соответствующих изделиях ГСП без какой-либо дополнительной защиты или конструктивных изысков.

Механические испытания промышленных TFT-модулей

Механические испытания становятся важными, если изделие при эксплуатации подвергается механическим воздействиям (виб-

рация, удары). При размещении изделий на промышленных объектах, вблизи работающих механизмов, данные испытания обязательны. В таблице 2 приведены следующие данные промышленных TFT-модулей NEC Electronics: параметры механических заводских испытаний NEC [1], а также отечественные нормативные методы соответствующих испытаний с указанием ближайшей степени жесткости [2, 6, 7]. Здесь (как и в случае климатических испытаний) в соответствии с ГОСТ 12997 [5] в таблице 2 для каждой панели указана подходящая группа исполнения.

Основными механическими испытаниями TFT-модулей являются тесты на вибропрочность (согласно методу 103-1.1 по ГОСТ 30630.1.2 либо методу 103-1.1 по ГОСТ 20.57.406) и на воздействие одиночных

ударов (согласно методу 106-1 по ГОСТ 20.57.406, либо методу 106-1 по ГОСТ Р 51371). Практически все промышленные TFT-модули NEC Electronics подвергаются этим испытаниям. Степени жесткости у разных моделей отличаются; они также указаны в таблице 2.

Следует отметить, что TFT-модули NL2432HC22-40J/40K не подвергаются тестам на вибропрочность, но подвергаются тестам на виброустойчивость (согласно методу 102-1 по ГОСТ 30630.1.2, либо методу 102-1 по ГОСТ 20.57.406).

Испытания TFT-модулей высокого разрешения

По аналогии с промышленными TFT-модулями NEC Electronics проводит испытания

Таблица 3. Основные испытания TFT-модулей высокого разрешения NEC

Диагональ	18,1" (46 см)	19,0" (48 см)	20,1" (51 см)		21,3" (54 см)	
Разрешение	1280×1024	1280×1024	1280×1024	2560×2048	1600×1200	2048×1536
Модель	NL128102AC28-07	NL128102BC29-01/01B NL128102BM29-05A	NL128102AC31-02	NL256204AM15-01/01A	NL160120AC27-05 NL160120BC27-02 NL160120BC27-14 NL160120BM27-03/03A NL160120AM27-13A	NL204153BM21-01/01A NL204153BC21-02 NL204153AM21-07A
Диапазон раб. температур, °C	0...+55					
Температура хранения, °C	-20...+60					
Тест на повыш. температуру в рабочем состоянии	+60 °C 60% влаж. 240 часов соответствует методу 201-2.1 по ГОСТ 20.57.406					
Термоциклы в рабочем состоянии	50 циклов по 4 часа: час 0 °C, час +55 °C соответствует методу 205-2 по ГОСТ 20.57.406, методу 205-2 по ГОСТ Р 51368					
Термоудар в выключенном состоянии	100 циклов по 1 ч: 30 мин -20 °C, 30 мин +60 °C. Время переноса 5 мин. Соответствует методу 205-1 по ГОСТ 20.57.406, методу 205-1 по ГОСТ Р 51368					
Тест на вибропрочность	(выкл) 5–100 Гц, ускор. 11,76 м/с ² (1,2 г), 1 мин на скан., 10 скан. на кажд. направл. Соответствует методу 103-1.1 по ГОСТ 30630.1.2 (степень жесткости 9), методу 103-1.1 по ГОСТ 20.57.406 (степень жесткости II), группе N3 по ГОСТ 12997					
Тест на воздействие одиночных ударов	3 удара по каждому направлению ускор. 294 м/с ² (30 г), длит. 11 мс Соответствует методу 106-1 по ГОСТ 20.57.406 (степень жесткости I), методу 106-1 по ГОСТ Р 51371 (степень жесткости 1)					
Тест на пониженное давление	(выкл) 53,3 кПа (выс 4850 м) 24 ч 0 °C, 24 ч +55 °C (выкл) 15 кПа (13 600 м) 24 ч -20 °C, 24 ч +60 °C. Соответствует методу 209-2 по ГОСТ 20.57.406, группе P2 по ГОСТ 12997					

Таблица 4. Испытания TFT-модулей NEC промышленного применения на пониженное давление

Диагональ	Разрешение	Модель	Тест NEC на пониженное давление	Соответствие ГОСТ (метод испытания, группа исполнения)
3,5" (8,9 см)	240×320	NL2432HC22-40J/40K	(вкл) 53,3 кПа (выс 4850 м) 24 ч –20 °С, 24 ч +70 °С (выкл) 15 кПа (13 600 м) 24 ч –20 °С, 24 ч +70 °С	метод 209-2 по ГОСТ 20.57.406, группа P2 по ГОСТ 12997
10,4" (26 см)	1024×768	NL10276BC20-08	(вкл) 53,3 кПа (выс 4850 м) 24 ч 0 °С, 24 ч +50 °С (выкл) 15 кПа (13 600 м) 24 ч –20 °С, 24 ч +60 °С	
15,0" (38 см)	1024×768	NL10276BC30-15/17		

TFT-модулей высокого разрешения (таблица 3).

В отличие от промышленных модулей, здесь нет того многообразия параметров у разных моделей TFT-модулей. Все TFT-модули высокого разрешения подвергаются тестам на воздействие повышенных рабочих температур, термоцикл в рабочем состоянии, термоудар в выключенном состоянии, тестам на вибропрочность и на воздействие одиночных ударов [1]. Параметры заводских испытаний, а также отечественные нормативные методы соответствующих испытаний с указанием ближайшей степени жесткости и группы исполнения изделий указаны в таблице 3.

Другие испытания

Среди других заводских испытаний, которым подвергаются TFT-модули NEC Electronics, можно выделить испытания в пылевой камере. Все без исключения устройства (как промышленные, так и высокого разрешения) подвергаются этому испытанию со следующими параметрами:

- образец пыли № 15 (по JIS-Z8901);
- время распыления 15 с;
- число распылений 8, с интервалом 1 ч.

Данное испытание соответствует испытанию для первой характеристической цифры 5 согласно ГОСТ 14254 [8]. Следовательно, защита корпуса TFT-модулей NEC Electronics соответствует коду IP 5X.

Также все TFT-модули NEC Electronics подвергаются заводским испытаниям на воздействие электростатического разряда со следующими параметрами:

- накопительная емкость 150 пФ;
- разрядное сопротивление 150 Ом;
- испытательное напряжение ±10 кВ;
- число точек приложения разряда на поверхности модуля 9;
- число разрядов в каждой точке приложения 10;
- интервал между разрядами 1 с.

Данное испытание соответствует максимальной степени жесткости (4-й) испытания на воздействие электростатических разрядов, регламентированной ГОСТ Р 51317.4.2-99 [9] и даже по некоторым параметрам превышает требуемые нормы.

Некоторые промышленные TFT-модули (NL2432HC22-40J/40K, NL10276BC20-08, NL10276BC30-15/17) и все модули высокого разрешения NEC Electronics подвергают ис-

пытанию на воздействие пониженного атмосферного давления [1]. Параметры заводских испытаний для каждой панели указаны в таблице 4 (для промышленных модулей) и в таблице 3 (для устройств высокого разрешения). С точки зрения соответствия отечественной нормативной документации заводское испытание на воздействие пониженного атмосферного давления согласуется с методом 209-2 по ГОСТ 20.57.406 [2]. Соответственно, изделия могут быть определены в группу P2 по ГОСТ 12997 [5].

Новые модули NEC Electronics со светодиодной подсветкой

Постоянно появляются новые, усовершенствованные модели TFT-модулей. Вот, например, совсем недавно появились TFT-панели со светодиодной подсветкой. Это устройства NL10276BC13-01C с диагональю 6,5" (рис. 1, табл. 5) и NL10276BC24-14 с диагональю 12,1" (рис. 2, табл. 6).

Потенциально светодиодная подсветка обладает рядом преимуществ перед обычной подсветкой на CCFL — она имеет большую устойчивость к вибрации, механическим нагруз-

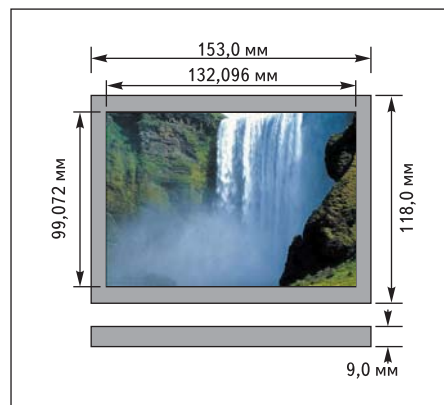


Рис. 1. Внешний вид и размеры модуля NL10276BC13-01C

Таблица 5. Краткая характеристика NL10276BC13-01C

Диагональ	6,5 дюймов (17 см)
Разрешение	1024×768
Количество цветов	16,77 М/262 К
Яркость, кд/м ²	650 (тип)
Контрастность	500:1 (тип)
Диапазон рабочих температур, °С	от –20 до +70
Диапазон температур хранения, °С	от –30 до +80
Вес, г	170
Система подсветки	LED, заменяемая
Потребляемая мощность, Вт	3,9

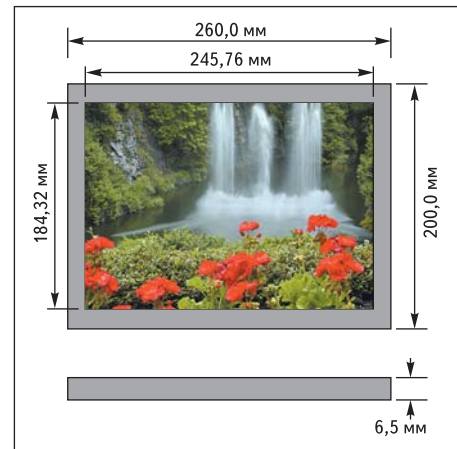


Рис. 2. Внешний вид и размеры модуля NL10276BC24-14

Таблица 6. Краткая характеристика NL10276BC24-14

Диагональ	12,1 дюйм (31 см)
Разрешение	1024×768
Количество цветов	262 К
Яркость, кд/м ²	300 (тип)
Контрастность	600:1 (тип)
Диапазон рабочих температур, °С	от –0 до +55
Диапазон температур хранения, °С	от –20 до +60
Вес, г	285
Система подсветки	LED, заменяемая
Потребляемая мощность, Вт	4,5

кам и более широкий диапазон рабочих температур. Светодиодная подсветка не требует высоковольтного инвертора. Новые панели со светодиодной подсветкой конструктивно совместимы с предшествующими моделями, но имеют меньшее энергопотребление, вес и габариты. Очевидно, что данные панели — первые у NEC Electronics со светодиодной подсветкой, и следует ожидать появление новых моделей.

Выводы

TFT-модули NEC Electronics выдерживают самые серьезные заводские испытания, которые позволяют применять данные модули в изделиях, предназначенных для жестких условий эксплуатации (вибрации, пыль, повышенная температура, высота). Анализ соответствия условий заводских испытаний отечественным стандартам на испытания показал, что модули NEC Electronics соответствуют нормам российских и международных стандартов и по некоторым параметрам превышают их. Здесь следует заметить, что в отличие от конкурирующей продукции в устройствах NEC Electronics сочетаются уникальные характеристики (широкий температурный диапазон, виброустойчивость, ударопрочность и т. п.). Конкретный выбор зависит от разработчика. С целью облегчения поиска удовлетворяющей тем или иным требованиям модели, а также для упрощения подготовки технических условий на изготавливаемые изделия служат таблицы 1–4. ■

Литература

1. Технические характеристики TFT-модулей NEC Electronics.
2. ГОСТ 20.57.406-81. Комплексная система контроля качества. Изделия квантовой электроники, квантовой техники и электротехнические. Методы испытаний.
3. ГОСТ Р 51368-99. Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на устойчивость к воздействию температуры.
4. ГОСТ Р 51369-99. Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие влажности.
5. ГОСТ 12997-84. Изделия ГСП. Общие технические условия.
6. ГОСТ 30630.1.2-99. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие вибрации.
7. ГОСТ Р 51371-99. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие ударов.
8. ГОСТ 14254-96. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP).
9. ГОСТ Р 51317.4.2-99. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний.