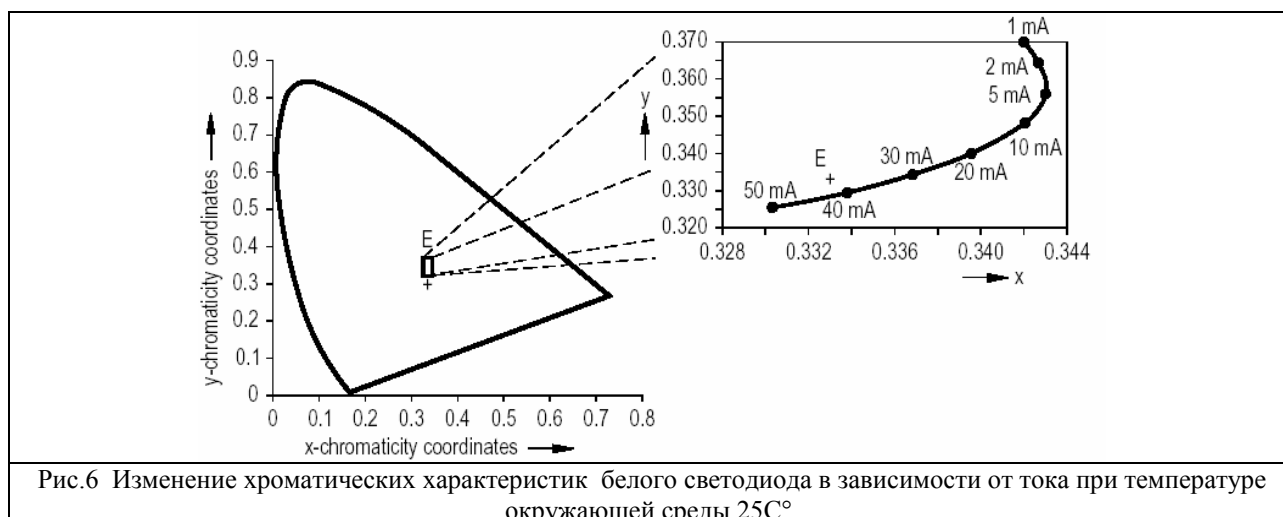
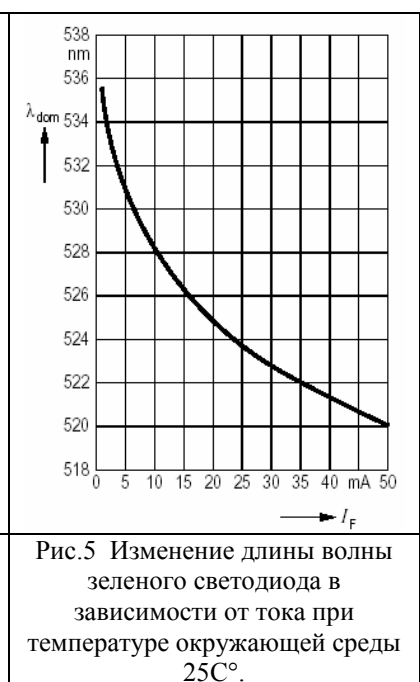
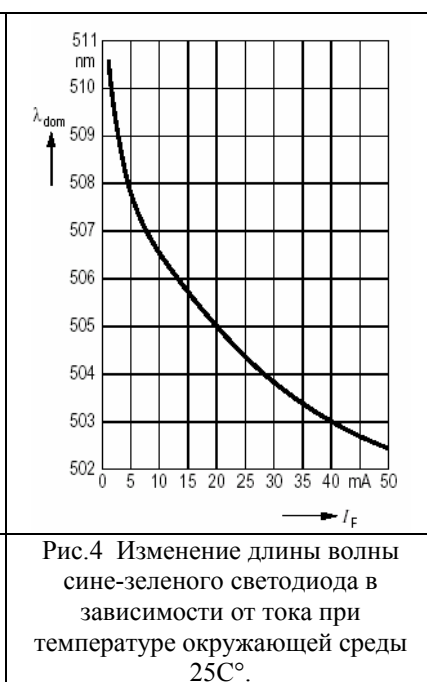
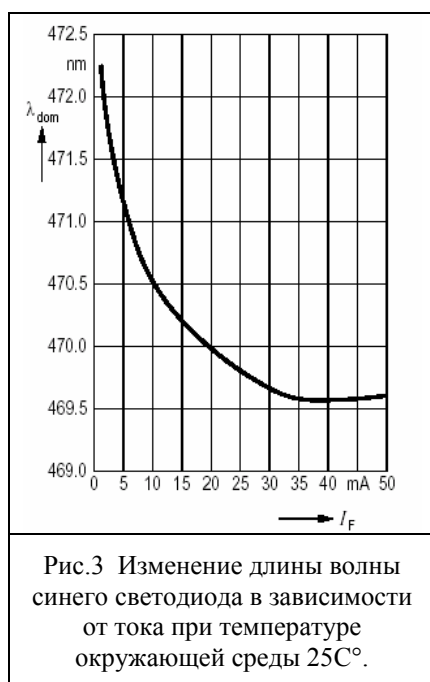
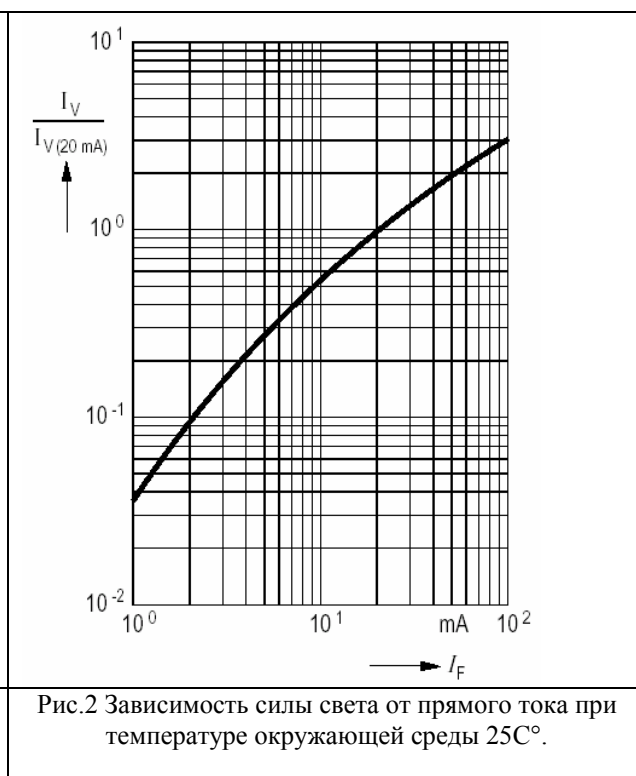
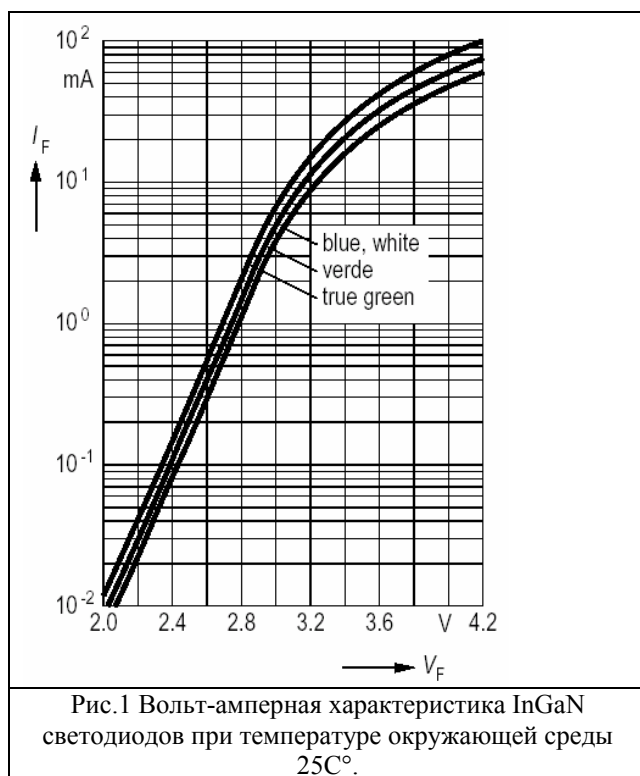


Управление силой света светодиодов на кристаллах InGaN.

Современные светодиоды с наибольшим световым потоком производятся на кристаллах InGaN. Они излучают свет в синем, сине-зеленом и в зеленом цвете. На основе кристалла, излучающего синий цвет или работающего в ультрафиолетовом диапазоне, и покрытого слоем люминофора производятся белые светодиоды. Максимальную эффективность светодиоды на кристаллах InGaN имеют в диапазоне длины волны от 505 до 525 нм. Например, светодиод LC503TPG1-15 производства COTCO с длиной волны 527 нм и углом обзора 15 градусов имеет силу света до 46000 мкд при токе 20 мА. В последнее время такие светодиоды стали более доступны по цене и могут широко применяться в различных устройствах. Но есть особенность, которую необходимо учитывать при разработке устройств с использованием светодиодов на InGaN- это то, что длина волны света сильно зависит от прямого тока через светодиод. И для того, чтобы избежать изменения цвета при регулировке яркости, необходимо применять специальные методы.

Таблица 1. Типовые характеристики светодиодов на InGaN при температуре окружающей среды 25С°.

Параметр	Символ	Цвет				Ед. изм.
		Синий	Сине-зеленый	Зеленый	Белый	
Пиковая длина волны при токе I пр. = 20 мА.	λ пик.	465	503	523	--	нм
Доминантная длина волны при токе I пр. = 20 мА.	λ дом.	470 $\pm$ 7	505 $\pm$ 8	528 $\pm$ 10	--	нм
Спектральная ширина излучения на уровне 50% от макс. при I пр. = 20 мА.	$\Delta \lambda$	25	30	33	--	нм
Хроматические координаты на оси X по CIE1931 при I пр. = 20 мА.	x	--	--	--	0,32	
Хроматические координаты на оси Y по CIE1931 при I пр. = 20 мА.	y	--	--	--	0,31	
Прямое напряжение при токе I пр. = 20 мА. (тип.) (макс.)	V пр.	3,5	3,3	3,3	3,5	В
		4,2	4,2	4,2	4,2	В
Обратный ток при Vобр. = 5 В. (тип.) (макс.)	I обр.	0,01	0,01	0,01	0,01	мкА
		10	10	10	10	мкА
Темп. коэффициент λ пик. при токе I пр. = 20 мА.	TK $_{\lambda}$	0,04	0,03	0,04	--	нм/К°
Темп. коэффициент λ дом. при токе I пр. = 20 мА.	TK $_{\lambda}$	0,02	0,02	0,03	--	нм/К°
Темп. Коэффициент по оси X при токе I пр. = 20 мА.	TC $_x$	--	--	--	0,1	10 ⁻³ /К
Темп. коэффициент по оси Y при токе I пр. = 20 мА.	TC $_y$	--	--	--	0,3	10 ⁻³ /К
Темп. коэффициент VF при токе I пр. = 20 мА.	TC $_V$	-2,9	-3,2	-3,6	-3,0	мВ/К



Уменьшение яркости светодиода изменением тока или напряжения.

Наиболее простой способ уменьшить яркость светодиода на InGaN – изменение прямого тока или напряжения (рис. 1-2). Но необходимо учитывать, что изменение этих параметров будет влиять на длину волны излучаемого света (рис.3-6). Этот эффект зависит от длины волны: чем она больше, тем сильнее отклонение (у зеленых и синих светодиодов эта зависимость выражена больше, чем у синих / белых). У светодиодов на других типах кристаллов эта зависимость не так сильно выражена.

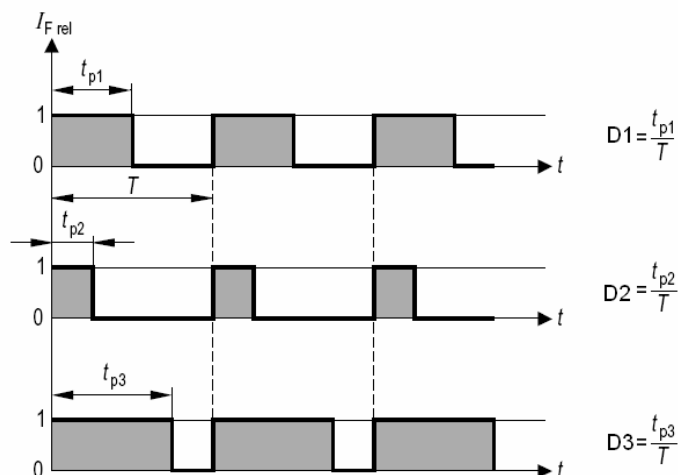
Помимо тока влияние на длину волны оказывает и температура. Но это влияние не столь существенно и может игнорироваться.

Итак, управление силой света светодиода на InGaN изменением тока или напряжения приводит к сдвигу длины волны. В некоторых обстоятельствах это может быть приемлемо. Но в большинстве случаев, когда это недопустимо, используется метод широтно-импульсной модуляции ШИМ (PWM-англ).

Уменьшение яркости светодиода методом ШИМ.

В схемах с использованием ШИМ через светодиод проходит последовательность импульсов. Если частота следования импульсов более 200 Гц, человеческий глаз, обладающий инерционностью, будет ощущать непрерывное свечение светодиода. Изменяя длительность и скважность импульса можно добиться того, что зрение будет интегрировать и интерпретировать отдельные световые импульсы как изменение силы света (рис.7).

ШИМ с InGaN светодиодами



Максимальный ток через светодиод устанавливается согласно рекомендациям изготовителя. Уменьшение визуальной силы света происходит за счет уменьшения скважности импульсов, а прямой ток через светодиод остается неизменным.

При неизменном токе яркость D меняется в зависимости от скважности следующим образом:
 $D2 < D1 < D3$

Рис.7

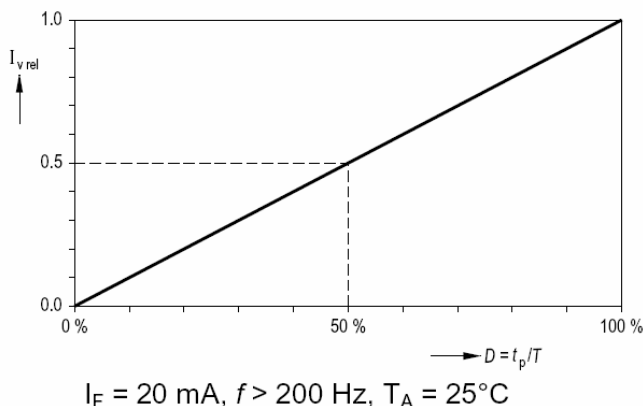


Рисунок 8 показывает, что визуальная сила света светодиода изменяется линейно при соответствующем линейном изменении скважности.

Рис.8

Заключение

Светодиоды с кристаллом на InGaN имеют самую большую силу света и излучают зеленые, синие цвета и белый свет. Однако доминирующие длины волны для цветов, также как координаты цветности для белого света зависят от прямого тока, который протекает через светодиод. Попытки управлять яркостью светодиода изменением тока или напряжения будут приводить к изменению цвета, излучаемого светодиодом. Наиболее эффективно управлять яркостью InGaN светодиодов методом широтно-импульсной модуляции.