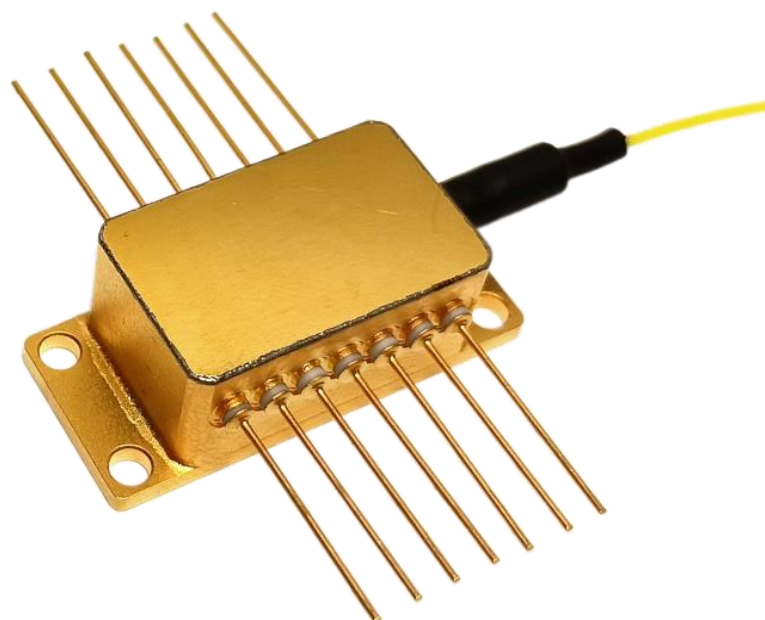


АО Нолатех, Москва  
Тел. +7 (495) 333 55 68  
[www.nolatech.ru](http://www.nolatech.ru)  
nolatech@mail.ru



## **DFB**

# **Одночастотный лазерный модуль с перестройкой длины волны Руководство пользователя**



## Содержание

ГЛАВА 1. Описание .....	3
ГЛАВА 2. Подготовка к работе с модулем.....	3
ГЛАВА 3. Настройка лазерного модуля .....	4
3.1. Одночастотный режим работы DFB модуля .....	4
3.2. Регулировка центральной длины волны .....	6
3.3. Температурная перестройка длины волны .....	7
3.4. Токовая перестройка длины волны.....	8
3.5. Высокочастотная модуляция и импульсный режим работы .....	8
3.6. Ширина линии спектральной линии .....	9
ГЛАВА 4. Общие правила безопасной эксплуатации лазерного модуля ..	9
Приложение 1 .....	11
Приложение 2 .....	12

## ГЛАВА 1. ОПИСАНИЕ

Лазеры серии DFB являются источниками лазерного излучения с одной частотой, обладающие, небольшой выходной мощностью и узкой шириной спектральной линии (5-10 МГц). Лазер с одной частотой, на основе гофрированной дифракционной решетки, вытравленной в волноводном слое лазерного чипа. Полупроводниковый лазерный модуль в компактном 14-выводном корпусе "Butterfly" с возможностью перестройки длины волны. Лазер с одной частотой содержит встроенный термоэлектрический охладитель (Пельтье), терморезистор с одномодовым выходным волокном или выходным волокном с поддержанием поляризации (PM) с диаметром сердцевины 9,1 мкм. Разъем FC/APC является стандартным, но этот лазер может быть поставлен с любым запрашиваемым типом разъема.

## ГЛАВА 2. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ С МОДУЛЕМ

Лазер типа DFB совместим со стандартным 14-выводным креплением для корпуса типа «Butterfly». Возможно выполнение конфигураций «Тип 1» и «Тип 2». Также есть возможность изготовить модуль в корпусе 14 DIL. Идеальная работа серии лазеров DFB требует очень точного контроля тока ( $10^{-5}$ - $10^{-6}$  А) и температуры ( $10^{-2}$  °С), также необходимо использование малошумящего драйвера накачки. Эти лазеры совместимы со стандартными драйверами лазерных диодов и контроллерами температуры, например: DLC-1200 OEM (см. рис. 1.), DLC-1300 (см. рис. 1), а также зарубежными аналогами.

Драйверы DLC-1200-OEM и DLC-1300 обеспечивают стабильность поддержания рабочего тока накачки ( $10^{-3}$ - $10^{-4}$  А) и точность контроля температуры примерно ( $10^{-1}$  °С). Эти драйверы способны обеспечить возможность получения одночастотного режима генерации и достижения ширины спектральной линии порядка 0,5-1 МГц в зависимости от типа лазера и длины волны.



Рисунок 1 –Драйверы тока накачки DLC-1200 OEM (слева) и DLC-1300 (справа)

Производитель – АО «НОЛАТЕХ»

## ГЛАВА 3. НАСТРОЙКА ЛАЗЕРНОГО МОДУЛЯ

### 3.1. Одночастотный режим работы DFB модуля:

Серия лазеров DFB представляет из себя лазер с просветляющими покрытиями на торцах, с внутренней гофрированной дифракционной решеткой, в которой выполнен фазовый сдвиг  $\lambda/4$ , который обеспечивает стабильный одночастотный режим работы. Одночастотная генерация определяется как наличие отношения подавления боковой моды (SMSR)  $\geq 40$  дБ, как показано ниже на рисунке 2. Лазер серии DFB является маломощным и не может похвастаться рекордно узкой шириной линии, как например лазеры серии BLD (0,1-1 МГц). Типичное значение ширины спектральной линии DFB лазера С-диапазона лежит в пределах 5-10 МГц. Для того, чтобы помочь пользователю в выборе необходимых и правильных условий работы с лазерным модулем, с каждым устройством поставляется технический паспорт, который предоставляет рабочие характеристики изделия.

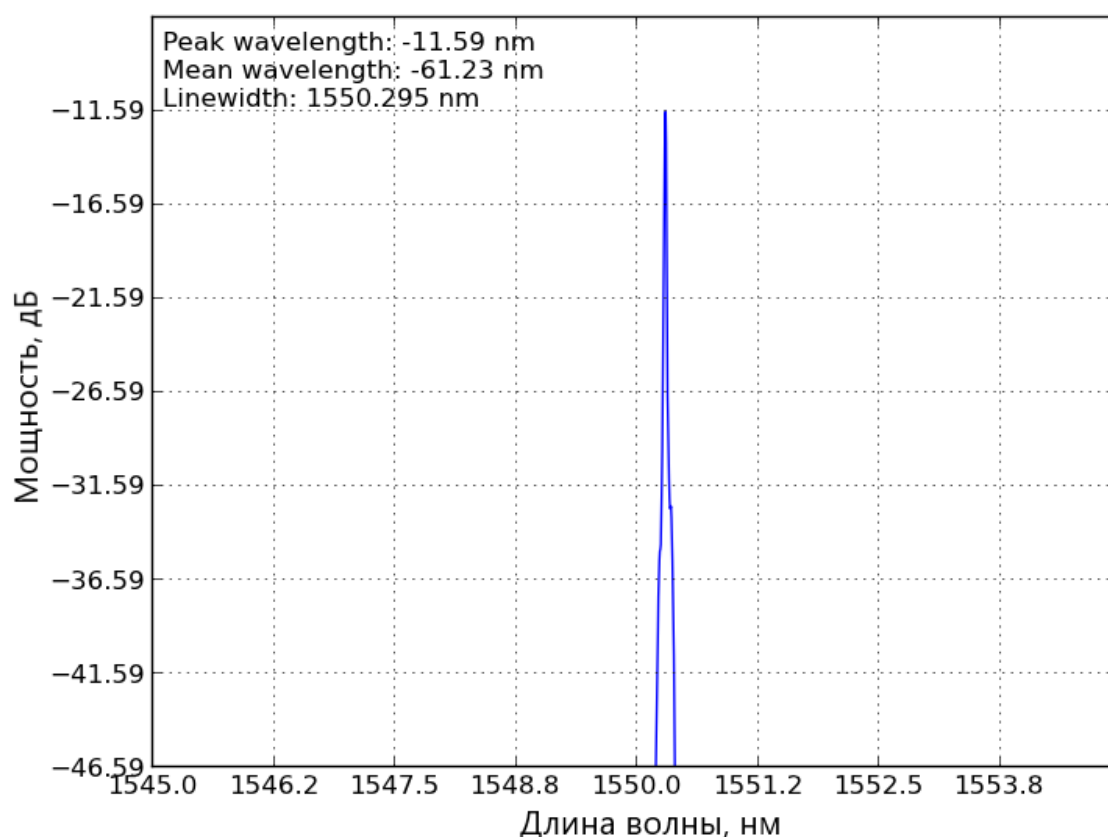


Рисунок 2 – График спектра DFB-1550 для примера

На рисунке 2 наблюдается устойчивый одночастотный режим генерации на длине волны 1550.29 нм при измерении в логарифмическом масштабе.

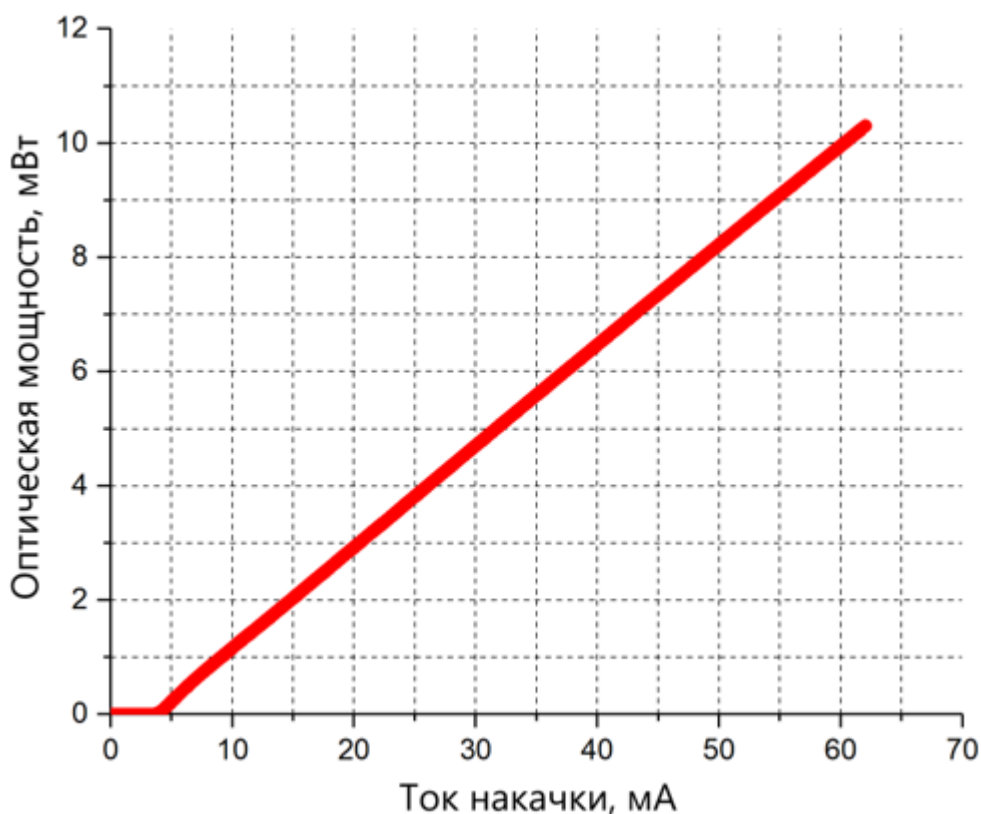


Рисунок 3 – Пример ВТАХ характеристики лазерного модуля DFB-1550

На рисунке 3 отражено поведение ВТАХ в лазерном модуле DFB. Наблюдается достаточно линейное поведение ВТАХ при высокостабильном одночастотном режиме работы.

Паспортные данные предоставляют рекомендуемые параметры рабочего тока и температуры в некотором диапазоне заданной мощности, при которых устройство соответствует всем спецификациям (одночастотный режим работы, мощность, длина волны).

Непосредственно при самом использовании лазерного модуля необходимо проводить дополнительную настройку тока и температуры, чтобы задать необходимую длину волны. Самый простой способ проверить работу на одной частоте – это наблюдать выходной спектр лазера на оптическом спектроанализаторе (ОСА).

### **При непосредственной работе с модулем DFB:**

1. Установите температуру ТЕС (Т) и рабочий ток (I) в соответствии с рекомендациями, указанными в паспорте изделия. Лазер должен иметь стабильную работу на одной частоте. Тестирование и настройка лазерного модуля перед последующей поставкой производится при стабилизированной температуре корпуса изделия  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

2. ВТАХ лазера чувствительна к температуре ТЕС, соответственно при нагревании, либо охлаждении ЛД, будет меняться выходная оптическая мощность.

3. Температура окружающей среды имеет слабое влияние на ВТАХ лазера. В большинстве лабораторных условий работа на одной частоте всегда останется неизменной.

4. Температура корпуса лазерного модуля имеет серьезное влияние. При несоблюдении температурного режима и нарушении отвода тепла от корпуса лазерного модуля, корпус может расширяться при увеличении температуры (ТКЛР  $4,5-6,5 \times 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ ). Это расширение повлечет за собой физическую деформацию оптического волокна и дополнительную нестабильность центральной рабочей длины волны. Для DFB лазера это практически не критично, нежели для лазеров серии BLD, TLD.

Отдельную опасность представляет высокая температура окружающей среды **во время работы** лазерного модуля в «экстремальных условиях». Корпус модуля и содержимое начинают нагреваться до температуры окружающей среды, к примеру  $50^\circ\text{C}$ . Термоэлектрический охладитель будет работать усерднее, охлаждать лазерный чип, однако корпус лазерного модуля будет стремительно нагреваться, и минимальная его температура не может быть ниже температуры окружающей среды. В результате весь модуль будет быстро нагреваться и в какой-то момент настанет критическая точка перегрева, примерно  $80^\circ\text{C}$ . При которой может наступить выход прибора из строя и внутренние поломки из-за особенностей конструкции изделия).

### **Примечания:**

1. Использование фиксированного на радиаторе кулера в качестве элемента активного охлаждения для одночастотного DFB лазера не рекомендуется, так как напрямую влияет на качественные спектральные характеристики модуля. Происходит спектральная модуляция с частотой механических колебаний лопастей кулера.

2. Использование активного водяного охлаждения также требует дополнительного отвода тепла от самой охлаждающей жидкости, что усложняет общую конструкцию;

3. В идеальном случае необходимо осуществить подбор пассивного радиатора с высокой теплопроводностью и верными геометрическими параметрами, которые позволят осуществлять полный и быстрый отвод тепла от корпуса лазерного модуля в течении длительного времени.

### **3.2. Регулировка центральной длины волны лазерного модуля:**

Лазер с одной частотой имеет фиксированную длину волны, определяемую конструкцией лазера с «внутренней» дифракционной решеткой. Центральная длина волны лазерного излучения может регулироваться в достаточно широком диапазоне путем регулировки температуры ЛД и тока накачки. При изменении температуры и тока накачки для нахождения желаемой длины волны лазерного излучения необходимо наблюдать за спектром или обнаруженным сигналом, чтобы контролировать параметры.

### 3.3. Температурная перестройка длины волны

Длину волны можно настраивать без каких-либо скачков (непрерывно настраиваемая) в широком диапазоне температур. Коэффициент зависимости длины волны лазера ( $\lambda$ ) от температуры ( $T$ ) составляет  $\sim 0.09-0.10$  нм/°С. Подробные данные по регулированию температуры термоэлемента Пельтье и термосопротивления представлены в табличном виде (см. приложение 1, приложение 2)

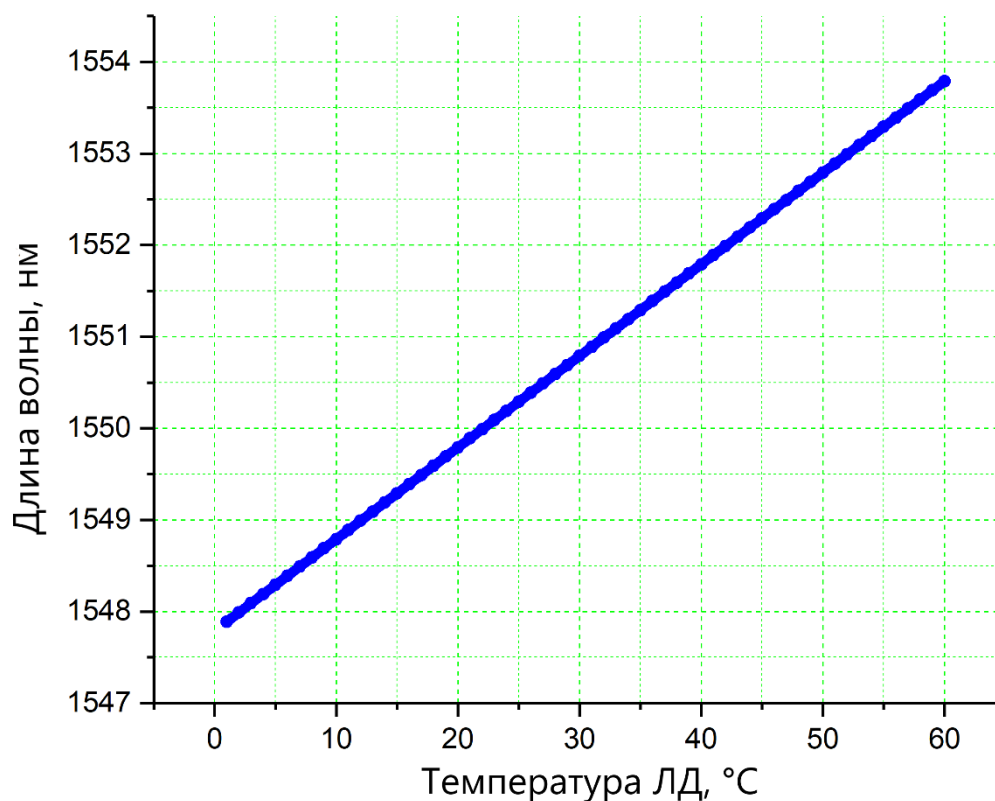


Рисунок 4 – График перестройки длины волны DFB лазерного модуля в зависимости от температуры чипа

Из графика на рисунке 4 можно сделать вывод, что общая температурная перестройка длины волны DFB лазера может составлять вплоть до 5-6 нм, в диапазоне температур от 1 до 60 °С.

**Настоятельно рекомендуем не опускать температуру лазерного диода ниже 1°С и не превышать 60°С, так как это может привести к выходу из строя лазерного диода.**

### 3.4. Токовая перестройка длины волны

Коэффициент зависимости длины волны лазера ( $\lambda$ ) от тока накачки ( $I$ ) составляет примерно от 0.009 до 0.01 нм/мА (см. рисунок 7). Настройка с помощью изменения тока накачки является наиболее распространенным подходом для непрерывной перестройки, в первую очередь потому, что она легко масштабируется до быстрых скоростей настройки (100-1000 Гц и выше).

Далее на рисунке 5 будет представлен график зависимости длины волны от тока накачки ЛД.

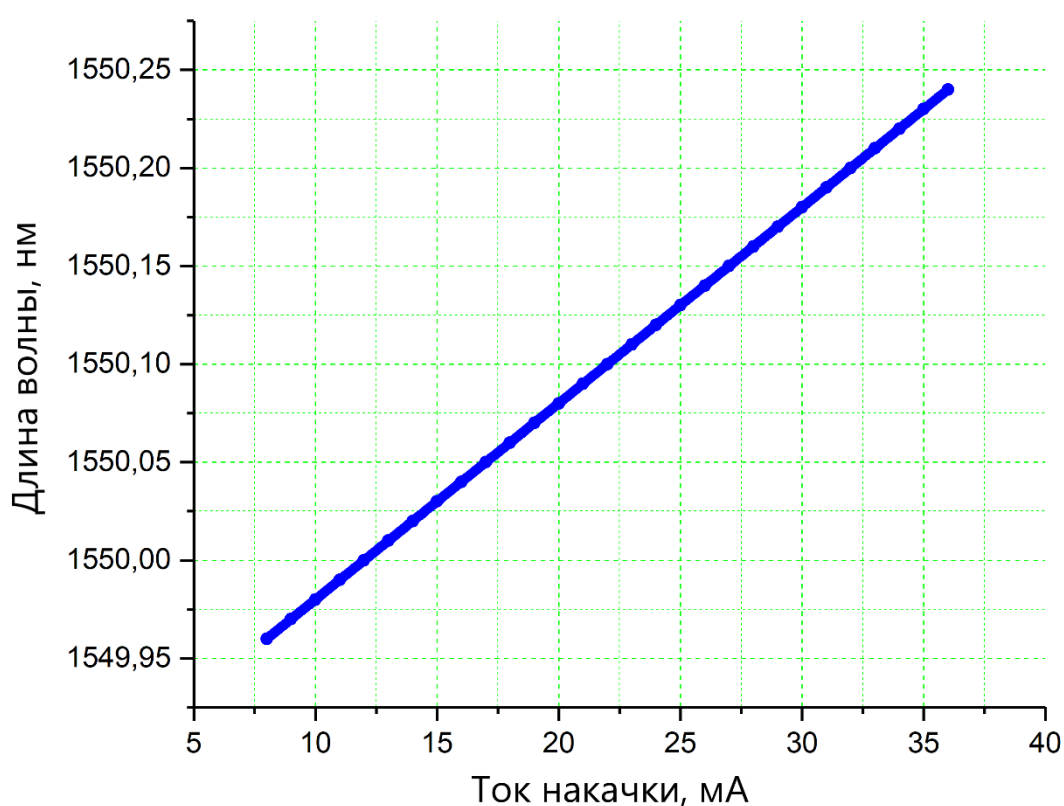


Рисунок 5 – График перестройки длины волны DFB лазерного модуля в зависимости от тока накачки чипа

### 3.5. Высокочастотная модуляция и импульсный режим работы

Для DFB лазера доступна конструкция Тип 1 и Тип 2 с модуляцией тока накачки (1 ГГц).

В импульсном режиме работы быстродействие, длительности фронтов и длительности импульса DFB лазера ограничены. Типичное минимальное значение

длительности импульса может составлять 10-50 нс, а длительность фронта может составлять 1-5 нс. Также из-за особенностей конструкции модуляцию лазерного модуля нужно производить от «верхнего значения». Модулировать анод ЛД, катод на «земле». Также в зависимости от лазера при работе в импульсном режиме желательно выполнять некоторое DC смещение по току на величину порога.

### **3.6. Ширина спектральной линии**

Ширина линии лазера DFB оценочно может составлять 1-10 МГц для длин волн 1310-1650 при небольших длинах резонатора порядка 250-400 мкм. Это так называемая ширина линии Лоренца. Для получения этой Лоренцевской формы линии необходимо использовать драйвер тока с ультранизким уровнем шума (батареиное питание) и контроллер ТЕС, чтобы избежать технического шума, который проявляется как искажение Лоренцевской формы линии. Ширина линии, наблюдаемая с использованием типичных контроллеров тока/ТЕС, будет лежать в диапазоне 5-15 МГц для длин волн 1310-1650 нм.

## **ГЛАВА 4. Общие правила безопасной эксплуатации лазерного модуля**

**Из-за высокой чувствительности к электростатическому разряду (ЭСР) при обращении с лазерными диодами и работе с ними следует соблюдать осторожность:**

1. При работе с диодами используйте заземленные антистатические браслеты;
2. Всегда работайте на заземленных антистатических ковриках.

### **Хранение лазерных диодов:**

Когда лазер не используется, соедините его выводы, чтобы защитить от повреждения электростатическим разрядом.

### **Используйте подходящий драйвер**

Лазерные диоды требуют точного контроля рабочего тока и напряжения, чтобы избежать перегрузки лазера. Кроме того, лазерный драйвер должен обеспечивать защиту от скачков напряжения в источнике питания. Выберите лазерный драйвер, подходящий для ваших целей. Не используйте источник питания с токоограничивающим резистором, так как он не обеспечивает достаточную стабилизацию для защиты лазерного диода.

### **Радиаторы**

Срок службы лазерного диода обратно пропорционален рабочей температуре. Всегда устанавливайте лазерный диод на подходящий радиатор, чтобы отводить избыточное тепло от корпуса лазера.

### **Перегрузка по напряжению и току**

Не превышайте максимальное напряжение и силу тока, указанные в спецификации для каждого лазерного диода, даже на короткое время. Кроме того, обратное напряжение всего в 2-3 В, может повредить лазерный диод.

### **Устройство, чувствительное к электростатическому разряду**

Лазерные диоды подвержены электростатическому повреждению даже во время работы. Это особенно усугубляется при использовании длинных интерфейсных кабелей между лазерным диодом и его драйвером из-за индуктивности кабеля. Не допускайте воздействия электростатического разряда на лазерный диод или его монтажное устройство.

### **Переходные процессы при включении/выключении и при подаче питания**

Из-за малого времени отклика лазерные диоды могут быть легко повреждены при скачках напряжения длительностью менее 1 мкс. Сильноточные устройства, такие как паяльники, вакуумные насосы и люминесцентные лампы, могут вызывать кратковременные скачки напряжения, поэтому при работе с лазерными диодами всегда следует использовать розетки с защитой от перенапряжения.

R25=10kΩ±1% B25/50=3950±1%							
Temp(°C)	Rmin(KΩ)	Rnor(KΩ)	Rmax(KΩ)	Temp(°C)	Rmin(KΩ)	Rnor(KΩ)	Rmax(KΩ)
-40	287.255	300.197	313.691	3	26.893	27.440	27.996
-39	269.681	281.652	294.124	4	25.634	26.143	26.660
-38	253.296	264.372	275.904	5	24.441	24.914	25.394
-37	238.011	248.263	258.930	6	23.308	23.748	24.194
-36	223.747	233.238	243.108	7	22.234	22.643	23.057
-35	210.428	219.219	228.354	8	21.215	21.595	21.979
-34	197.987	206.131	214.588	9	20.247	20.600	20.957
-33	186.359	193.906	201.739	10	19.328	19.656	19.987
-32	175.488	182.483	189.739	11	18.456	18.760	19.067
-31	165.318	171.805	178.528	12	17.627	17.909	18.193
-30	155.801	161.817	168.049	13	16.839	17.100	17.364
-29	146.890	152.472	158.250	14	16.090	16.332	16.577
-28	138.544	143.724	149.082	15	15.378	15.602	15.829
-27	130.724	135.531	140.502	16	14.701	14.909	15.118
-26	123.392	127.855	132.467	17	14.057	14.249	14.443
-25	116.516	120.661	124.940	18	13.444	13.622	13.800
-24	110.065	113.914	117.887	19	12.860	13.025	13.190
-23	104.009	107.585	111.274	20	12.305	12.457	12.609
-22	98.323	101.646	105.071	21	11.776	11.916	12.056
-21	92.981	96.070	99.251	22	11.273	11.402	11.531
-20	87.962	90.832	93.787	23	10.793	10.911	11.030
-19	83.250	85.920	88.665	24	10.336	10.445	10.554
-18	78.819	81.301	83.853	25	9.900	10.000	10.100
-17	74.648	76.957	79.329	26	9.476	9.576	9.676
-16	70.723	72.870	75.075	27	9.073	9.172	9.272
-15	67.026	69.023	71.074	28	8.688	8.787	8.887
-14	63.543	65.402	67.308	29	8.322	8.420	8.519
-13	60.261	61.990	63.763	30	7.972	8.070	8.168
-12	57.167	58.776	60.425	31	7.639	7.736	7.833
-11	54.249	55.746	57.280	32	7.321	7.417	7.513
-10	51.496	52.890	54.316	33	7.017	7.112	7.208
-9	48.898	50.195	51.522	34	6.728	6.822	6.917
-8	46.445	47.653	48.887	35	6.452	6.545	6.638
-7	44.129	45.253	46.401	36	6.188	6.280	6.372
-6	41.941	42.987	44.055	37	5.936	6.027	6.118
-5	39.873	40.847	41.840	38	5.696	5.785	5.875
-4	37.919	38.825	39.749	39	5.466	5.554	5.642
-3	36.071	36.914	37.773	40	5.246	5.333	5.420
-2	34.322	35.107	35.906	41	5.037	5.122	5.208
-1	32.668	33.398	34.142	42	4.836	4.920	5.004
0	31.102	31.782	32.473	43	4.644	4.727	4.810
1	29.623	30.255	30.898	44	4.461	4.542	4.624
2	28.221	28.810	29.407	45	4.286	4.365	4.445

Приложение 1

R25=10kΩ±1%				B25/50=3950±1%			
Temp(°C)	Rmin(KΩ)	Rnor(KΩ)	Rmax(KΩ)	Temp(°C)	Rmin(KΩ)	Rnor(KΩ)	Rmax(KΩ)
46	4.118	4.196	4.275	89	0.892	0.923	0.954
47	3.957	4.034	4.111	90	0.864	0.894	0.925
48	3.804	3.879	3.955	91	0.837	0.866	0.897
49	3.657	3.730	3.805	92	0.811	0.840	0.870
50	3.516	3.588	3.661	93	0.786	0.814	0.843
51	3.383	3.454	3.525	94	0.762	0.789	0.818
52	3.255	3.325	3.395	95	0.739	0.766	0.793
53	3.133	3.201	3.270	96	0.716	0.743	0.770
54	3.016	3.083	3.151	97	0.695	0.720	0.747
55	2.904	2.970	3.036	98	0.674	0.699	0.725
56	2.797	2.861	2.926	99	0.653	0.678	0.703
57	2.694	2.757	2.821	100	0.634	0.658	0.683
58	2.596	2.657	2.719	101	0.615	0.639	0.663
59	2.501	2.561	2.622	102	0.597	0.620	0.644
60	2.411	2.469	2.529	103	0.579	0.602	0.625
61	2.324	2.381	2.440	104	0.562	0.584	0.607
62	2.240	2.297	2.354	105	0.546	0.567	0.590
63	2.160	2.215	2.272	106	0.530	0.551	0.573
64	2.084	2.137	2.192	107	0.515	0.535	0.557
65	2.010	2.063	2.116	108	0.500	0.520	0.541
66	1.939	1.991	2.043	109	0.485	0.505	0.526
67	1.871	1.922	1.973	110	0.471	0.491	0.511
68	1.806	1.855	1.906	111	0.458	0.477	0.497
69	1.743	1.792	1.841	112	0.445	0.464	0.483
70	1.683	1.730	1.778	113	0.433	0.451	0.469
71	1.625	1.671	1.719	114	0.420	0.438	0.457
72	1.570	1.615	1.661	115	0.409	0.426	0.444
73	1.516	1.560	1.605	116	0.397	0.414	0.432
74	1.465	1.508	1.552	117	0.386	0.403	0.420
75	1.415	1.457	1.501	118	0.375	0.392	0.409
76	1.368	1.409	1.451	119	0.365	0.381	0.398
77	1.322	1.362	1.404	120	0.355	0.371	0.387
78	1.278	1.317	1.358	121	0.345	0.361	0.377
79	1.236	1.274	1.314	122	0.336	0.351	0.367
80	1.195	1.233	1.271	123	0.327	0.342	0.357
81	1.156	1.193	1.231	124	0.318	0.332	0.347
82	1.118	1.154	1.191	125	0.310	0.324	0.338
83	1.082	1.118	1.154				
84	1.048	1.082	1.117				
85	1.014	1.048	1.082				
86	0.982	1.015	1.049				
87	0.951	0.983	1.016				
88	0.921	0.952	0.985				

Приложение 2