

АО Нолатех, Москва

Тел. +7 (495) 333 55 68

[www.nolatech.ru](http://www.nolatech.ru)

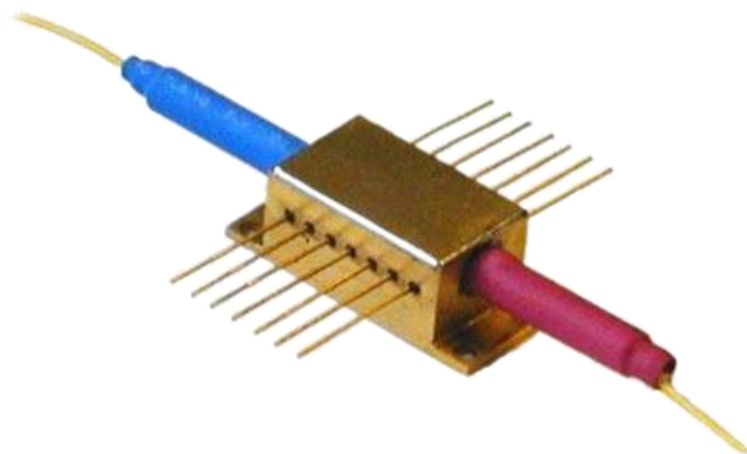
nolatech@mail.ru



**SOA**

**Полупроводниковый оптический  
усилитель**

**Руководство пользователя**



## Содержание

ГЛАВА 1. Описание .....	3
ГЛАВА 2. Подготовка к работе с модулем.....	3
ГЛАВА 3. Настройка SOA модуля.....	4
3.1. Режим работы SOA модуля .....	4
3.2. Регулировка центральной длины волны .....	6
3.2.1. Температурная настройка.....	7
3.2.2. Токовая настройка .....	7
3.3. Высокочастотная модуляция и импульсный режим работы .....	8
3.4. Ширина спектральной линии.....	8
3.5. Коэффициент усиления малого сигнала .....	9
ГЛАВА 4. Общие правила безопасной эксплуатации лазерного модуля	10
Приложение 1 .....	11
Приложение 2 .....	12

## ГЛАВА 1. ОПИСАНИЕ

Серия модулей SOA представляет из себя усилитель бегущей волны, в котором усиление проходящего сигнала происходит за один проход. Выходная оптическая мощность таких источников обычно составляет 1-5 мВт, редко 10 мВт в конструкции модулей с выводом излучения через оптическое волокно. Стандартный SOA модуль выпускается в компактном 14-выводном корпусе "Butterfly" с двумя выходными трубками. Модуль содержит встроенный термоэлектрический охладитель (Пельтье), терморезистор с одномодовым выходным волокном или выходным волокном с поддержанием поляризации (PM) с диаметром сердцевины от 3.5-9,1 мкм. Стандартный тип оптического коннектора FC/APC.

## ГЛАВА 2. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ С МОДУЛЕМ

SOA совместим с любым стандартным 14-выводным креплением для корпуса типа «Butterfly». Стандартной распиновкой SOA является конфигурация «Тип 1», возможен вариант выполнения изделия с конфигурацией «Тип 2». Работа серии модулей SOA не требует очень точного контроля тока ( $10^{-5}$ - $10^{-6}$  А) и температуры ( $10^{-2}$  °С). Эти модули 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) также точность контроля температуры составляет примерно  $10^{-1}$  °С.



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

Производитель – АО «НОЛАТЕХ»

## ГЛАВА 3. НАСТРОЙКА SOA МОДУЛЯ

### 3.1. Режим работы SOA модуля:

Серия модулей SOA, представляет из себя диод, на передний и задний торцы которого нанесены просветляющие оптические покрытия. Также мезаполоса расположена под определенным углом к нормали кристалла ( $7-10^\circ$ ), что помогает свести к минимуму влияние обратных отражений на выходной спектр. Модуль SOA имеет два волоконных выхода.

Однако существуют определенные рабочие токи и температурные условия, при работе с модулем. Для того, чтобы помочь пользователю в выборе необходимых и правильных условий работы с SOA модулем, с каждым устройством поставляется технический паспорт, который предоставляет рабочие характеристики изделия.

Далее на рисунке 2 будет представлен типичный спектр SOA модуля, который оконцован коннектором FC/APC.

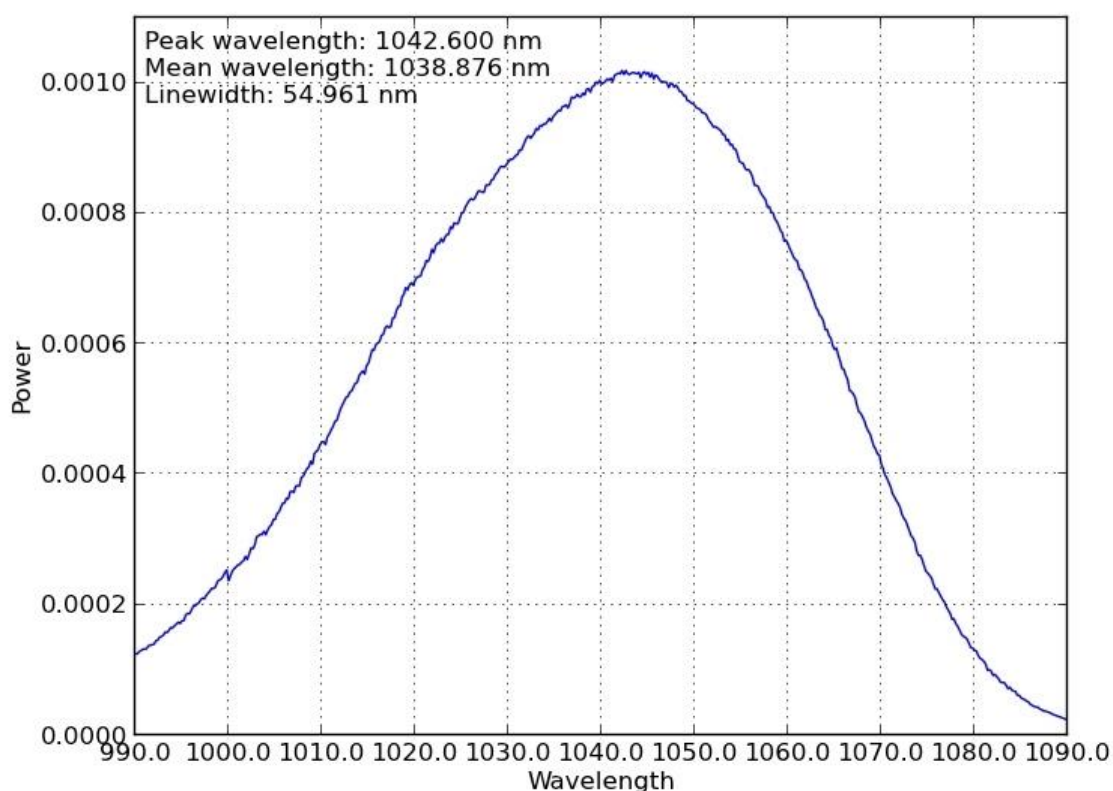


Рисунок 2 – График спектра SOA – 1064 при рабочем токе накачки 300 мА для примера

На рисунке 2 наблюдается устойчивый стабильный широкий спектр огибающей контура усиления SOA диода на длине волны 1043 нм с полушириной полосы усиления порядка 44 нм. «Риплы» находятся в пределах нормы (0,3 dB).

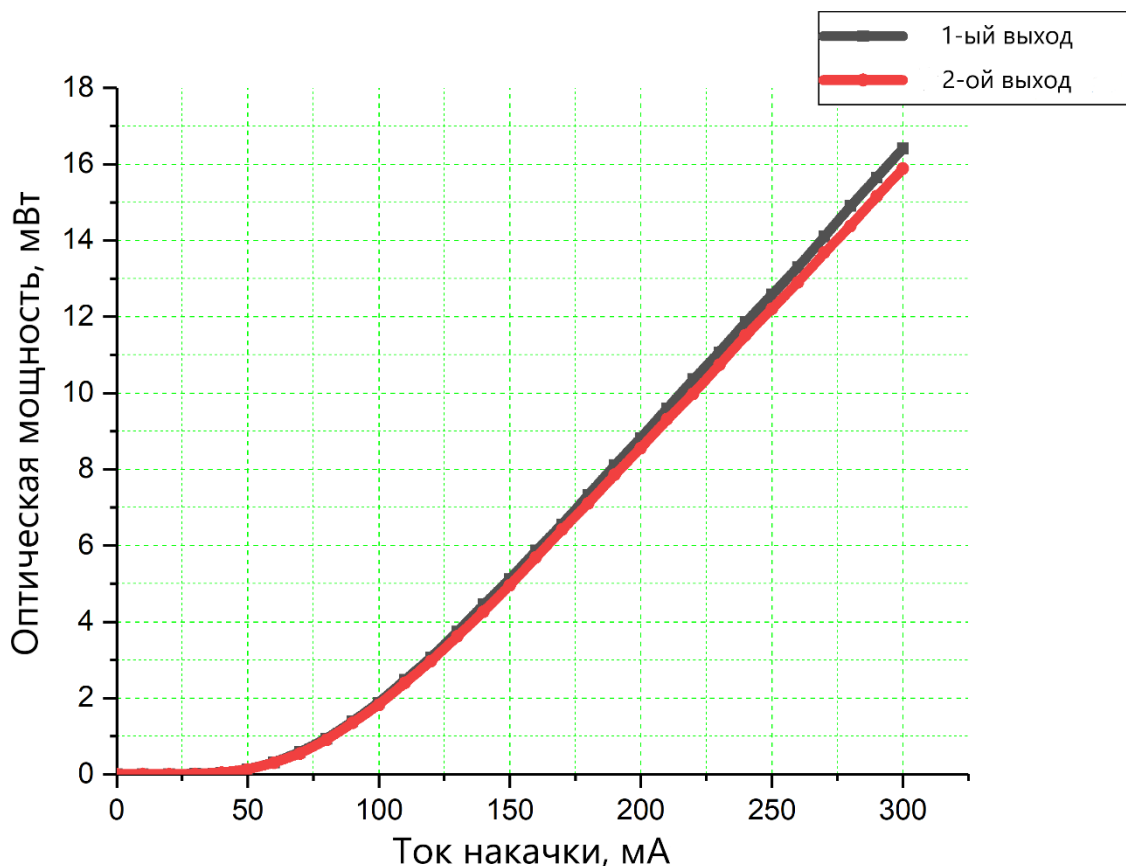


Рисунок 3 – Пример ВТАХ характеристики SOA-1060 в корпусе «14BF» с SM волокном

На рисунке 3 отражено поведение ВТАХ в SOA модуле с обоих волоконных выходов.

Паспортные данные предоставляют рекомендуемые параметры рабочего тока и температуры в некотором диапазоне заданной мощности, при которых устройство соответствует всем спецификациям.

Непосредственно при самом использовании SOA модуля может потребоваться провести дополнительную настройку тока и температуры, для получения необходимых характеристик.

### При непосредственной работе с модулем SOA:

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

2. ВТАХ модуля чувствительна к температуре SOA, которая в свою очередь зависит от установленных параметров ТЕС. Паспортные данные задают рекомендуемый диапазон рабочей температуры (Обычно  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

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

Отдельную опасность представляет высокая температура окружающей среды **во время работы** SOA модуля. Корпус модуля и содержимое начинают нагреваться до температуры окружающей среды, к примеру  $50^{\circ}\text{C}$ . Термоэлектрический охладитель будет работать усерднее, охлаждать SOA чип, однако корпус 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).

Для обеспечения максимальной стабильности, при больших токах накачки и высоких мощностях выходного излучения, порядка 3-10 мВт и более необходимо использовать активное охлаждение с высокотеплопроводящим радиатором с рассчитанными геометрическими параметрами.

### **Примечания:**

1. Использование фиксированного на радиаторе кулера в качестве элемента активного охлаждения для SOA практически не влияет на выходной спектр огибающей.

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 под конкретный SOA модуль, его параметры и режим работы. Так как, различные SOA на различные длины волн имеют совершенно разные комбинации параметров рабочих токов, мощностей, рабочих напряжений, сопротивлений чипов. Это позволит осуществлять полный и быстрый отвод тепла от корпуса лазерного модуля в течении длительного времени.

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

Длину волны (спектральную огибающую) SOA модуля можно перестраивать в широком диапазоне порядка (десятки нм) путем регулировки температуры ЛД с помощью термоэлемента Пельтье и изменения тока накачки.

### 3.2.1. Температурная настройка

Перестройку центральной спектральной огибающей SOA прибора можно производить с помощью изменения значения термосопротивления, на которое будет реагировать термоэлемент Пельтье и изменять температуру ЛД. Подробные данные представлены в табличном виде (см. приложение 1, приложение 2)

**Настоятельно рекомендуем не опускать температуру SOA (чипа) ниже 1°C и не превышать 60°C, так как это может привести к выходу из строя SOA.**

### 3.2.2. Токовая настройка длины волны

Токовая подстройка длины волны обусловлена изменением концентрации носителей в активной области чипа и ширины запрещенной зоны. Обычно при увеличении тока накачки длина волны смещается в более длинноволновую область. Однако в случае SOA процесс происходит наоборот. При увеличении тока накачки контур усиления структуры SOA смещается в более коротковолновую область!

Сравним спектры SOA-1060 при различных токах накачки. Далее на рисунке 3 будет показан спектр SOA модуля при токе накачки 100 мА:

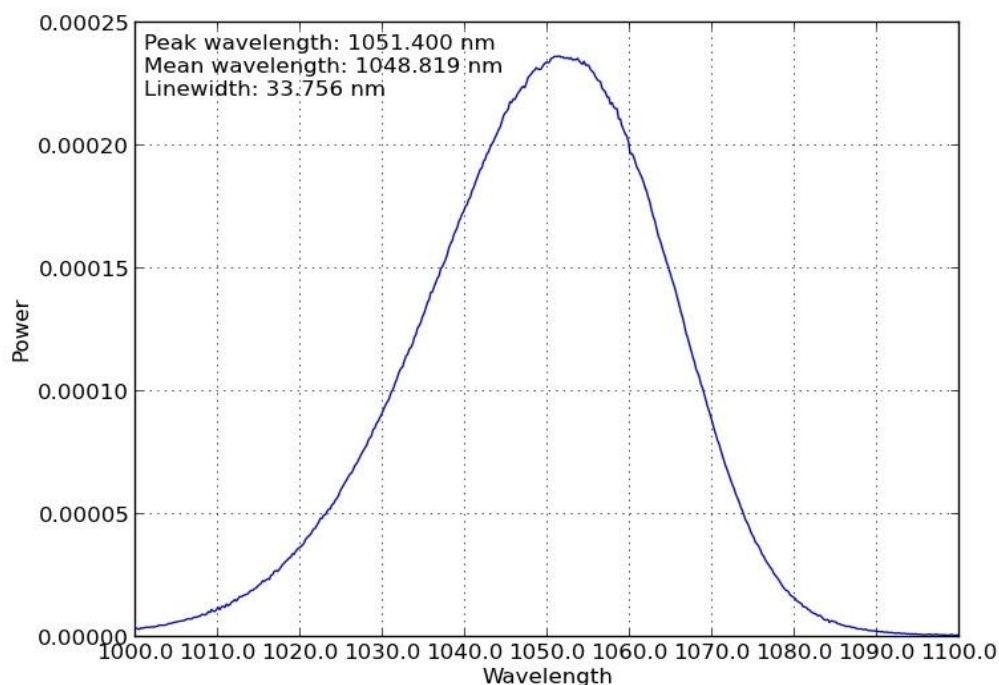


Рисунок 3 – Спектр SOA-1060 при токе накачки 100 мА

Далее на рисунке 3 будет показан спектр SOA модуля при токе накачки 200 мА:

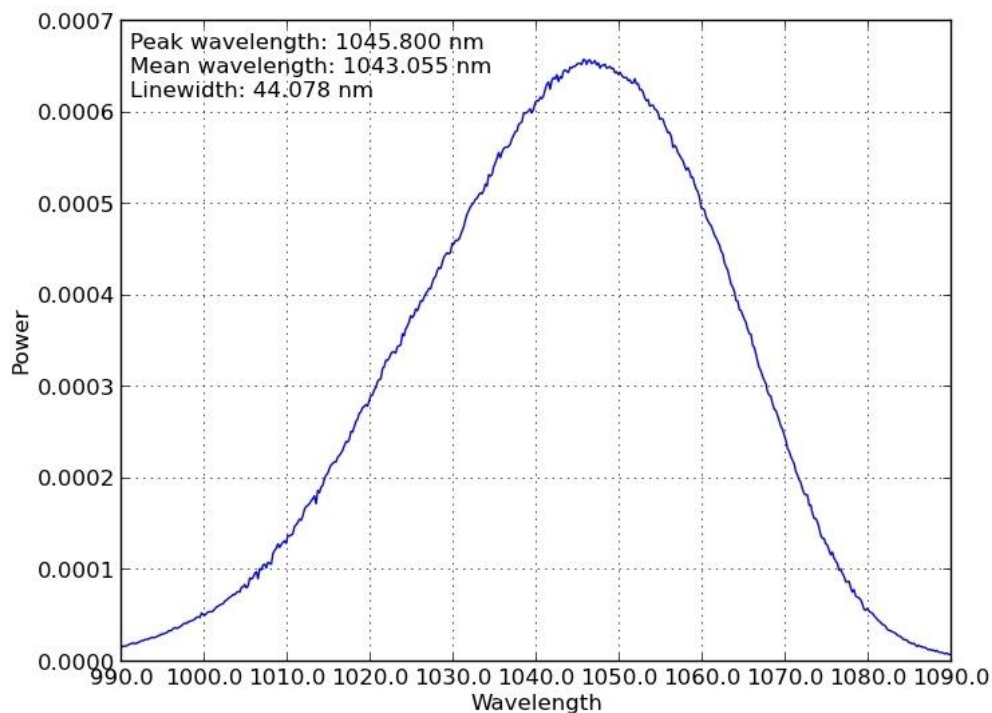


Рисунок 4 – Спектр SOA-1060 при токе накачки 200 мА

Из рисунков 1, 3 и 4 видно, что при увеличении тока накачки происходит смещение центральной огибающей длины волны вместе с полосой усиления в сторону «коротких» длин волн. Также происходит уширение полосы усиления SOA модуля.

### 3.3. Высокочастотная модуляция и импульсный режим работы

Для SOA модуля конструкции **Тип 1** и **Тип 2** доступна частотная (100-150 МГц) и токовая модуляция. В импульсном режиме работы быстродействие, длительности фронтов и длительности импульса SOA модуля ограничены. Типичные **минимальные значения** длительности импульса составляют 10-50 нс и длительности фронтов составляют 1-5 нс. Также, из-за особенностей конструкции модуляцию SOA прибора нужно производить от «верхнего значения». Модулировать анод SOA, катод на «земле».

### 3.4. Ширина спектральной линии

Ширина спектральной линии зависит от тока накачки и температуры SOA диода. При увеличении тока накачки общая полуширина полосы усиления чипа увеличивается. Также при увеличении температуры SOA диода полуширина полосы усиления также увеличивается.

### 3.5. Коэффициент усиления малого сигнала

Для исследования усиления SOA был взят источник сигнального излучения BLD на 1062,8 нм. При токе накачки лазера 21 мА его выходная оптическая мощность составляла 12 мкВт с аттенуатором. На усилитель был подан ток накачки 250 мА.

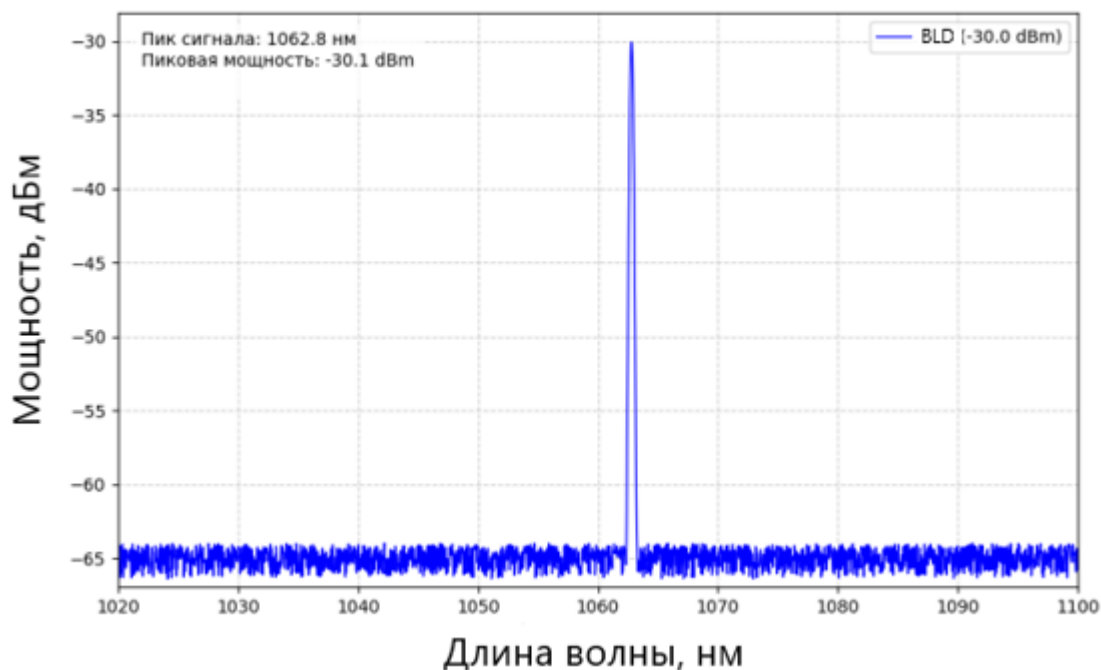


Рисунок 5 – Спектр выходного сигнала BLD лазера

На рисунке 6 представлен спектр выходного излучения усилителя при входном сигнале и токе накачки SOA 250 мА. Усиления составляет порядка 26–27 дБ.

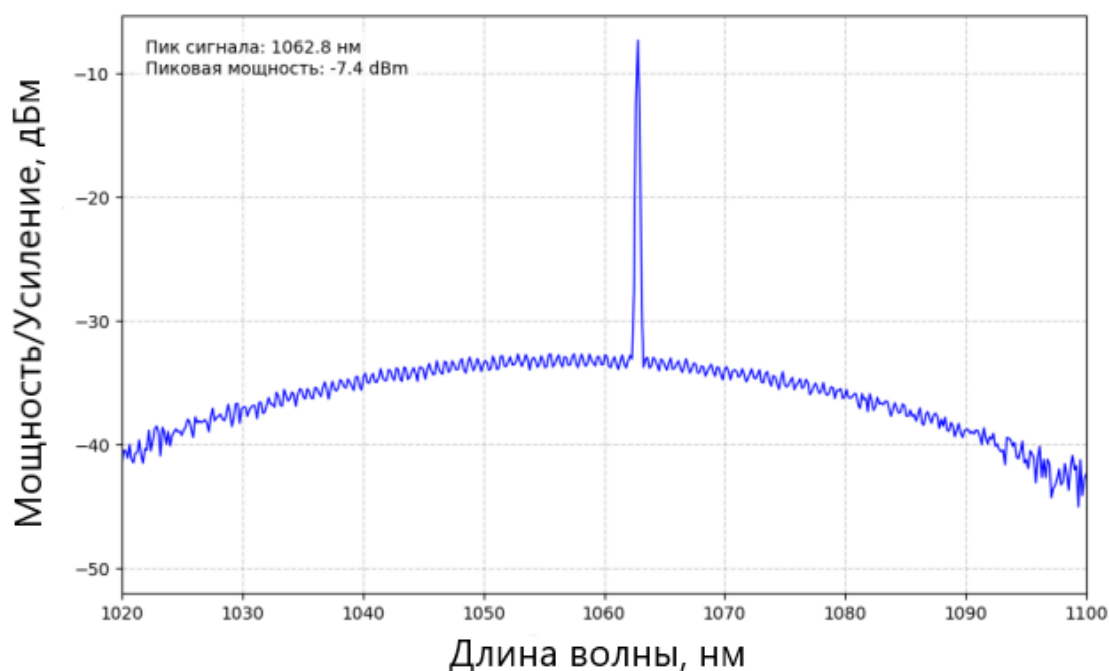


Рисунок 6 – Спектр выходного сигнала BLD лазера с коэффициентом усиления 26–27 дБ

## **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 и вывести его из строя.

### **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