

**Кубанский государственный университет**

**Физико-технический факультет**

Специальность Инфокоммуникационные технологии и системы связи

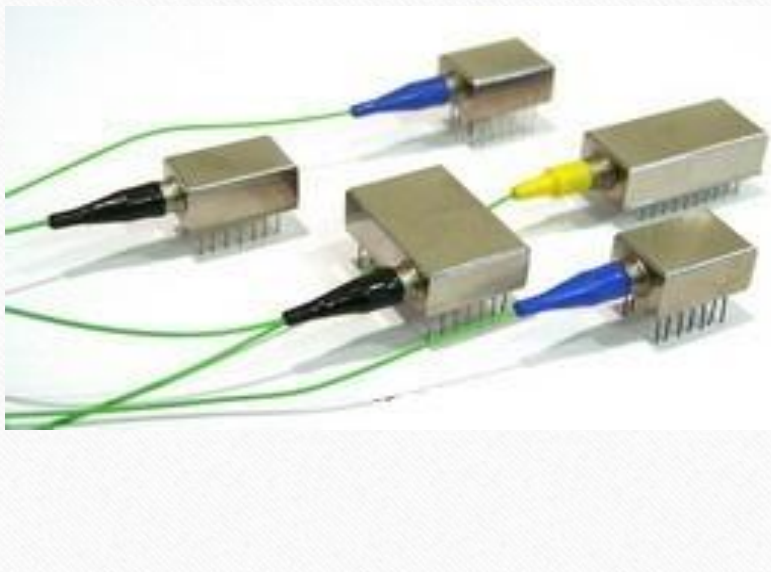
Тема доклада:

**Параметры и виды передающих оптических модулей**

**Докладчик: Сердюков В.В, 4 курс**

# Передающие оптические модули

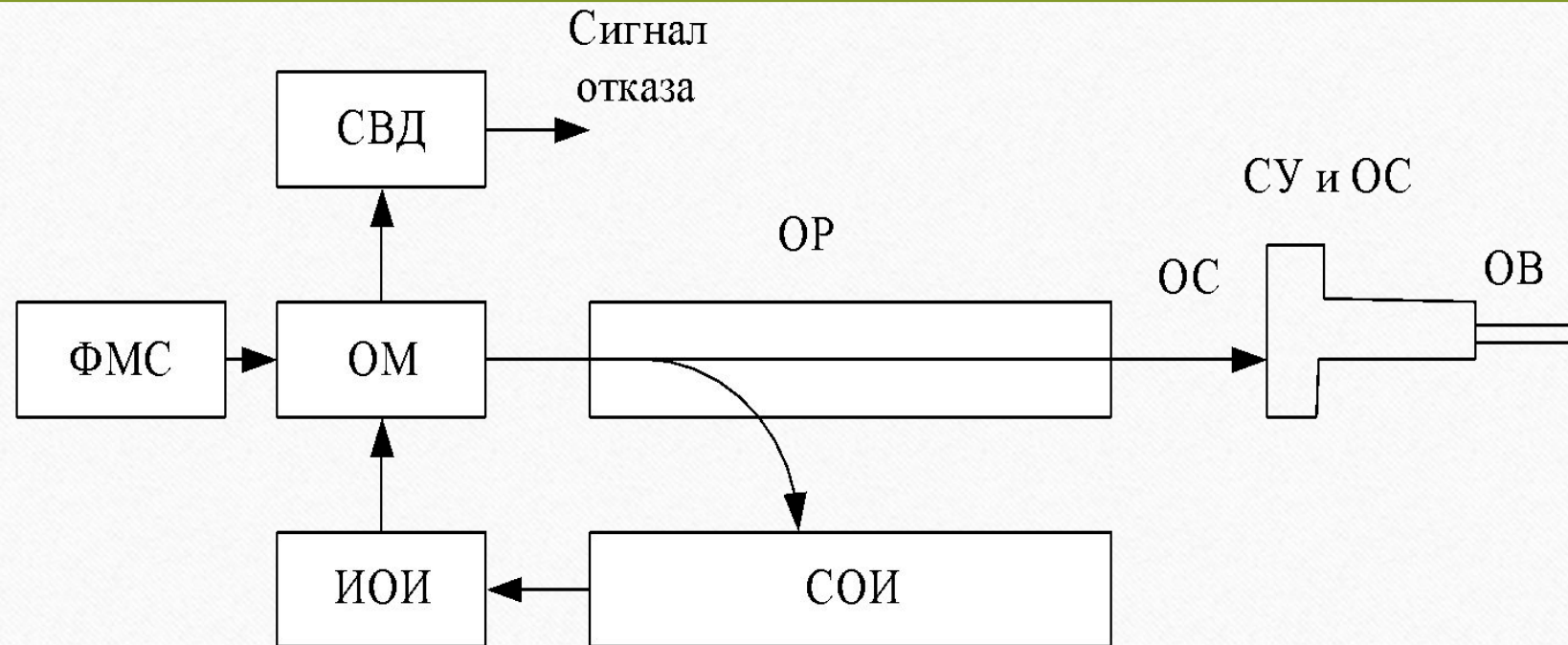
Оптические передатчики ВОСП реализуются в форме единого передающего оптического модуля (ПОМ) - электронно-оптического преобразователя, осуществляющего преобразование электрических сигналов в оптические сигналы.





# Блок-схема передающего оптического модуля

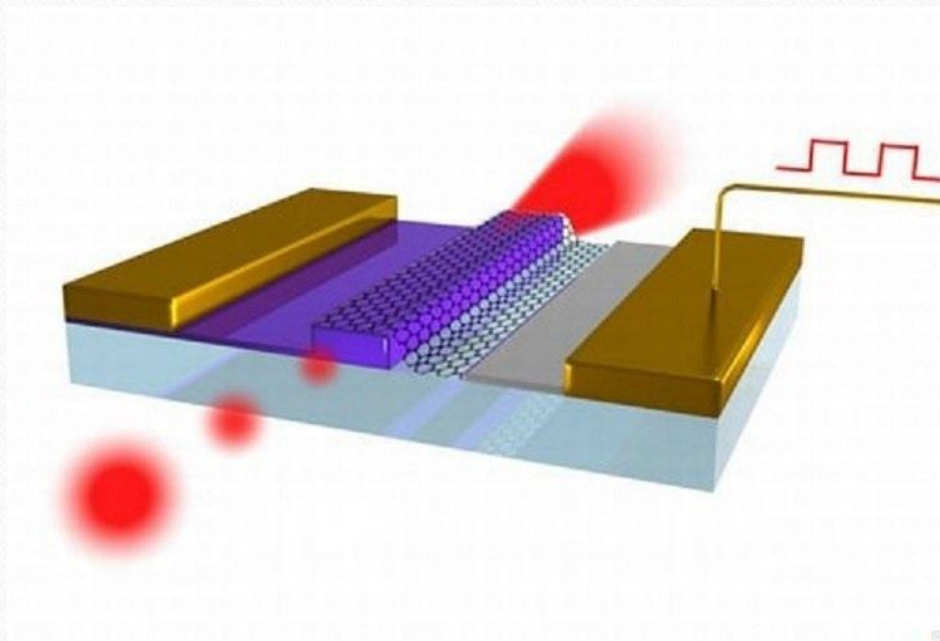
ФМС — формирователь модулирующего сигнала; ОМ — оптический модулятор; ОР — оптический разветвитель; СОИ — стабилизатор режима; ИОИ — источник оптического излучения; работы источника оптического излучения; ОС — линейный оптический сигнал; СВД — схема встроенной диагностики; СУ и ОС — согласующее устройство и оптический соединитель; ОВ — оптическое волокно.



# ОМ – оптический модулятор

Модуляция света – это изменение его параметров в зависимости от управляющего (модулирующего) сигнала. С ее помощью производят наложение информации на световую волну или световой поток, осуществляющие ее перенос. Модулировать, т.е. целенаправленно изменять, можно: амплитуду (интенсивность), частоту, фазу, поляризацию, направление распространения и пространственное распределение волны или светового потока. В оптической электронике наибольшее распространение как наиболее эффективные получили амплитудная и фазовая модуляция.

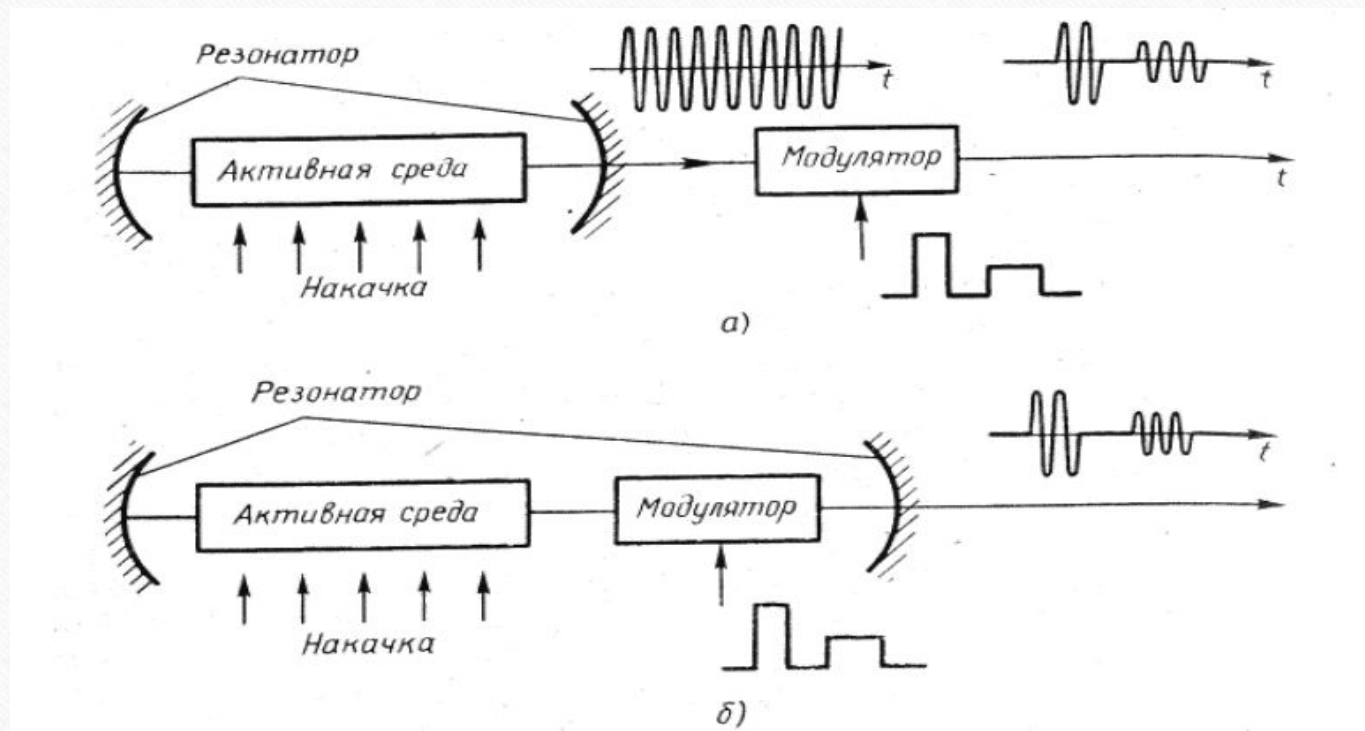
---





## Виды оптических модуляторов

Различают внешнюю и внутреннюю модуляцию. В первом случае (а) модулятор находится вне резонатора и осуществляет модуляцию излучения, генерируемого лазером. Во втором случае (б) модулятор находится внутри резонатора, изменяя его свойства (например, добротность  $Q$ ) и осуществляя модуляцию генерируемого излучения. Типичный пример внутренней модуляции — полупроводниковый лазер, где модуляция излучения осуществляется прямым изменением тока накачки.

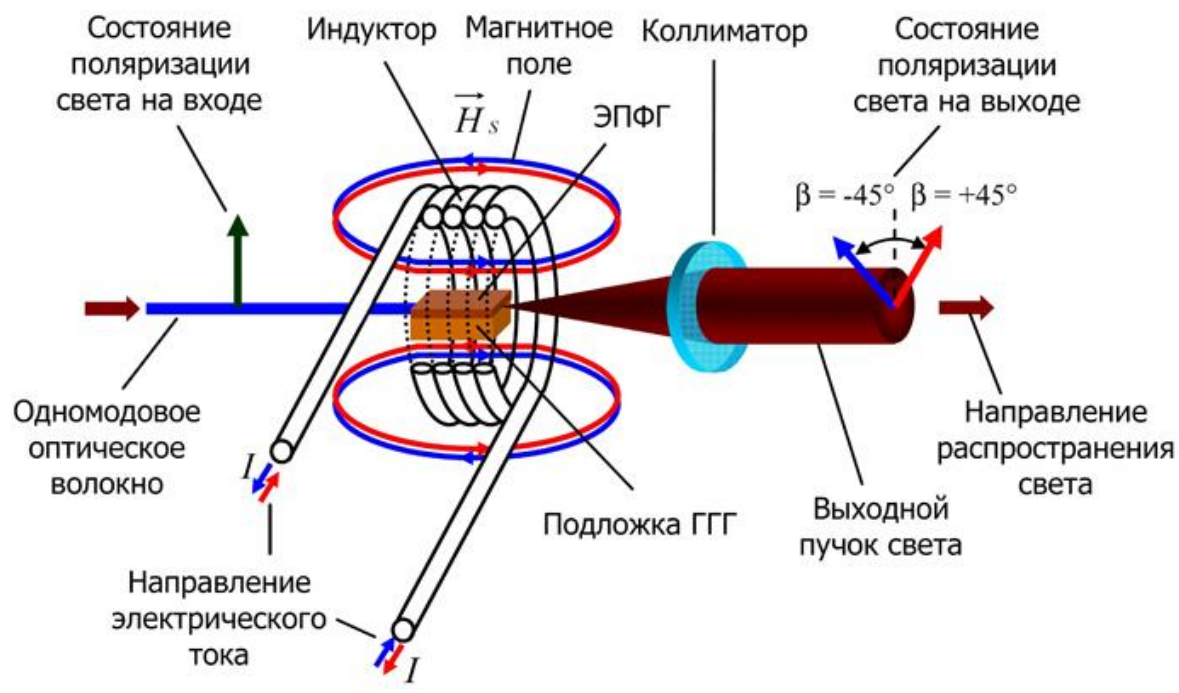


Внерезонаторные модуляторы лазерного излучения

- Электрооптические затворы
- акустические
- Магнитооптические

Внутрирезонаторные модуляторы лазерного излучения

- Оптико-механические затворы
- Электрооптические затворы
- Оптико-акустические затворы
- Фототропные затворы
- Затворы со взрывающейся металлической пленкой





# Источник оптического излучения

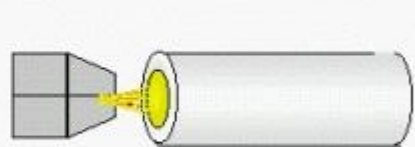
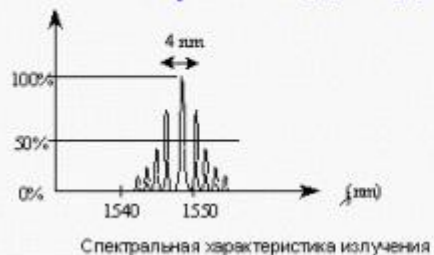
Требования к источникам оптического излучения:

- длина волны оптического излучения должна совпадать с окнами прозрачности оптического волокна;
- достаточно большая мощность выходного излучения и эффективность его ввода в оптическое волокно;
- возможность модуляции оптического излучения различными способами; достаточно большой срок службы; минимальное потребление электрической энергии или высокая эффективность;
- минимальные габариты и вес; простота технологии производства.

Известны три класса источников оптического излучения для ВОСП: планарные полупроводниковые; волоконные; объемные микрооптические источники (микролазеры).

Все они в той или иной мере удовлетворяют изложенным выше требованиям, однако только планарные полупроводниковые источники – светоизлучающие диоды и лазеры – широко используются в реальных системах.

## ◆ Лазерный диод

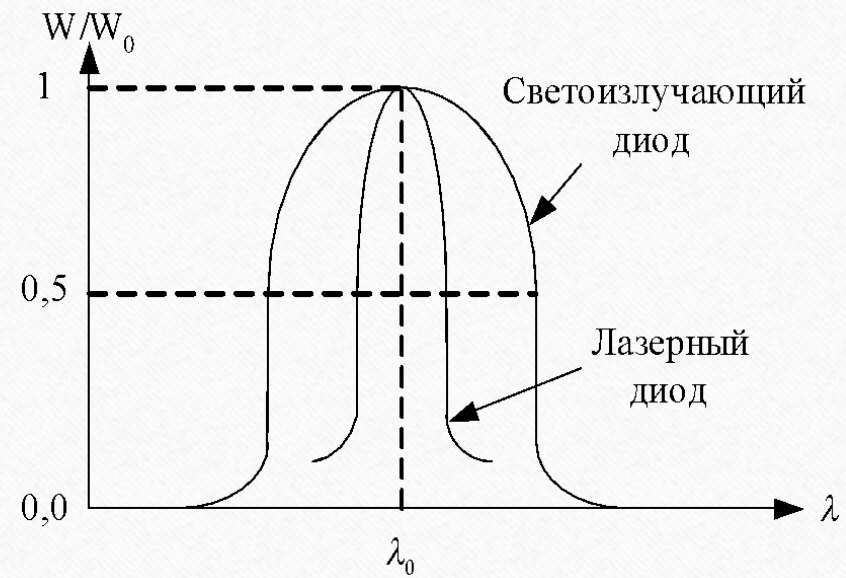
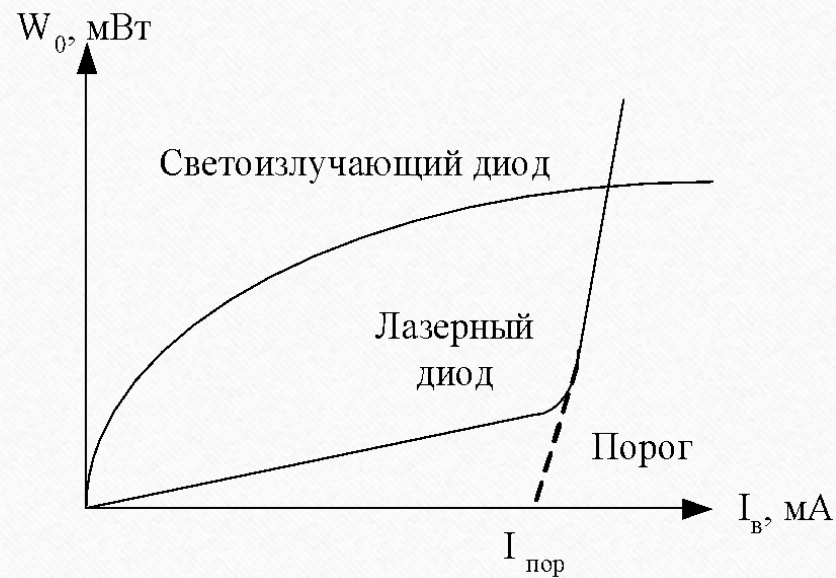


## ◆ СИД: Светоизлучающий диод



## Основные характеристики СИД, ПЛ(ЛД)

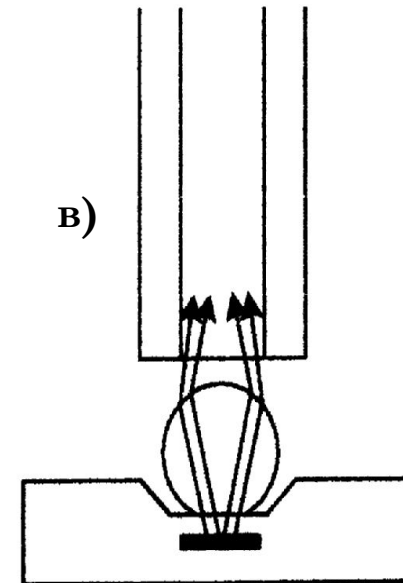
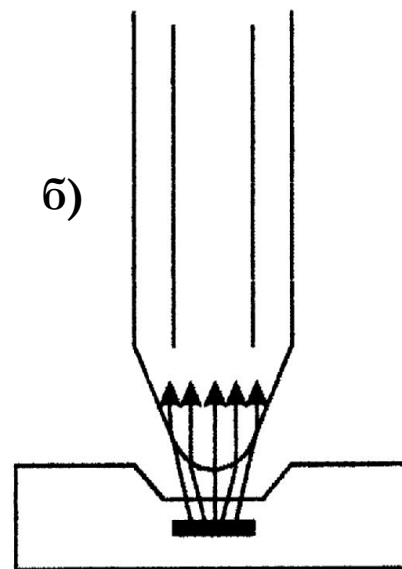
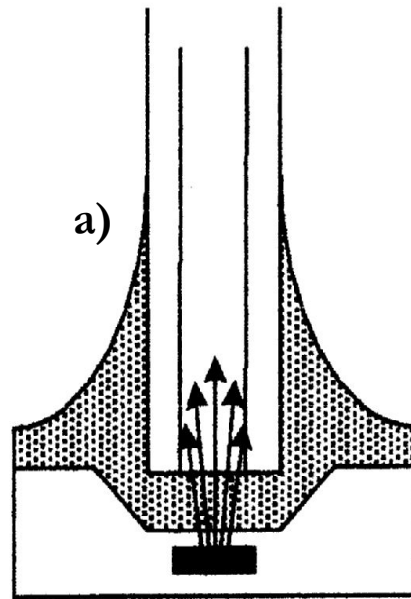
Основными характеристиками источников оптического излучения являются: ватт-амперная характеристика, описывающая зависимость мощности оптического излучения от тока возбуждения; спектральная характеристика излучения при различных величинах тока возбуждения, показывающая зависимость относительной мощности оптического излучения от длины волны оптического излучения.



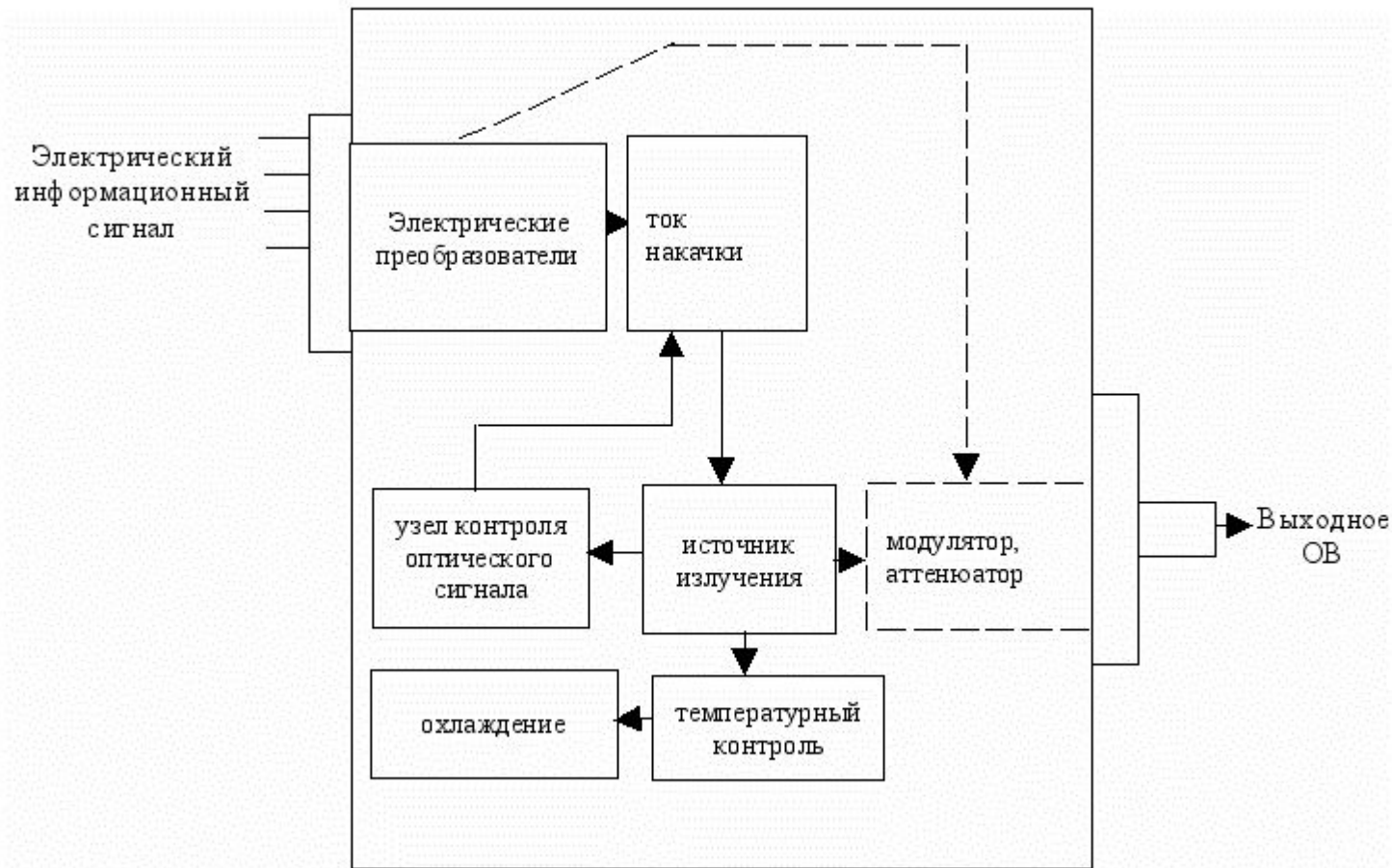


# Согласующие устройства светодиод - ВОЛОКНО

- а) - использование специального иммерсионного наполнителя с коэффициентом преломления, близкий к коэффициенту преломления волокна;
- б) - конец волокна заострен и закруглен в форме линзы, собирающей расходящееся излучение;
- в) - сферическая линза, расположенная на поверхности светодиода



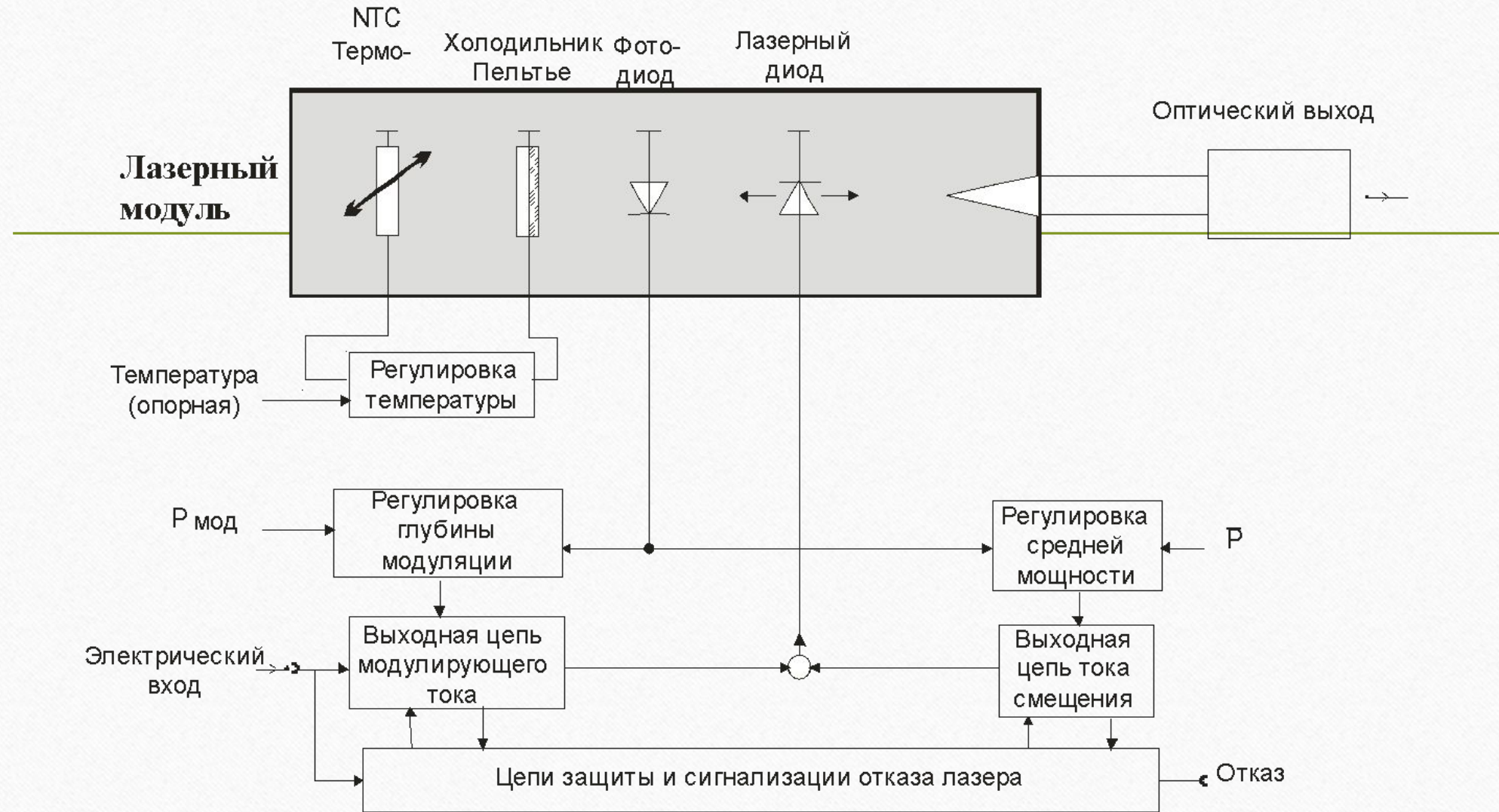
# Наиболее распространенная схема ПОМ



- Блок формирования тока накачки, содержащие электрические преобразователи и схему тока накачки. При прямой модуляции электрические преобразователи изменяют ток накачки в соответствии с передаваемым сигналом.
- Контроль оптического сигнала содержит фотодиод для контроля величины оптической мощности и устройства подстройки тока накачки и смещения.
- Температурный контроль содержит терморезисторы и охладитель.
- Дополнительные блоки оптического модулятора и аттенюатора.



# Функциональная схема ПОМ



# Методы модуляции в ПОМ

- 3 системы модуляции света:
- Прямая;
- Внешняя;
- Внутренняя.



Система	Способ модуляции	Используемый физический эффект
Внутренняя	Электрооптический	Эффекты Поккельса, Керра
	Магнитооптический	Эффекты Фарадея, магнитного смещения
Внешняя	Акустооптический	Дифракция Рамана, Брэгга
	Другой	Эффект Франца-Келдыша, поглощение свободных носителей, резонансное поглощение

Более чем в 95% случаев в современных системах применяется система прямой модуляции

**Прямая модуляция:** интенсивности (частоты, фазы) излучения

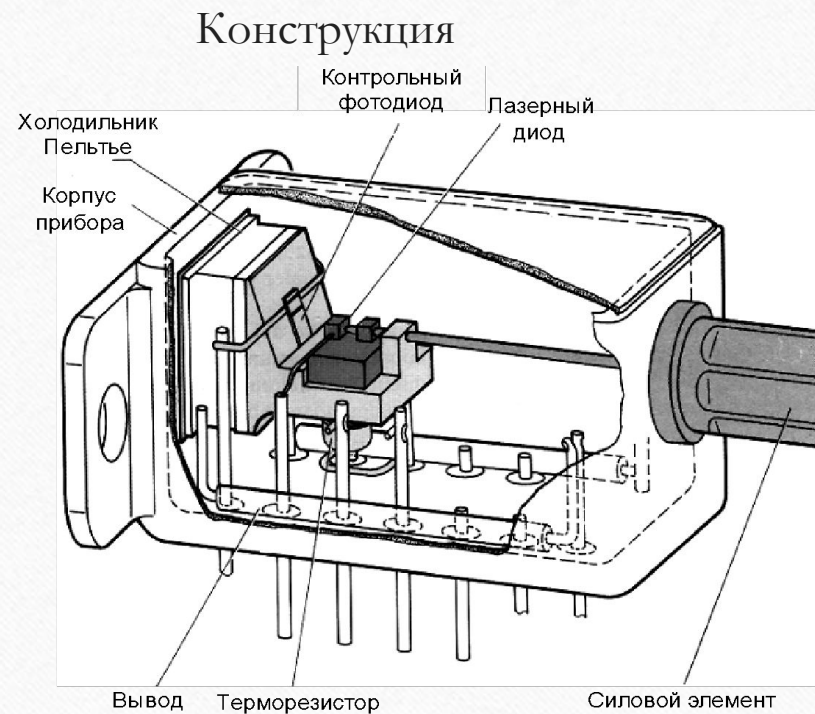
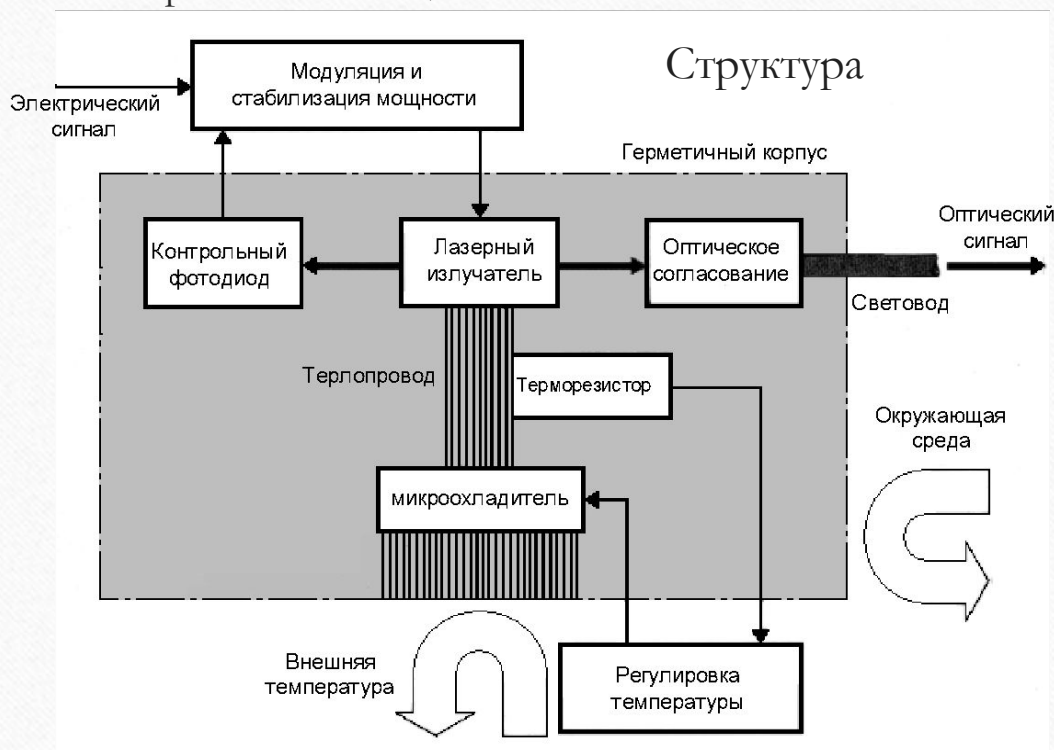
**Управление током накачки**



# Устройство лазерного модуля

Лазерный модуль передатчика цифровой ВОСП располагается в герметичном корпусе и помимо лазерного диода обычно содержит:

- контрольный фотодиод, служащий датчиком схемы стабилизации мощности лазера;
- терморезистор, служащий датчиком схемы стабилизации температуры лазера;
- термоэлектронный микроохладитель на эффекте Пельтье, являющийся исполнительным элементом схемы термостабилизации.



# Основные характеристики ПОМ

Входное напряжение (рабочее напряжение) – значение напряжения электрического сигнала на входе модуля, работающего в заданном режиме эксплуатации.

Средняя мощность излучения – среднее значение мощности оптического излучения на выходном оптическом интерфейсе модуля за заданный интервал времени, при заданной диаграмме направленности и входном напряжении.

---

Рабочая длина волны – длина волны на выходе модуля, на которой нормированы его параметры.

Ширина спектра – определяемая спектральными компонентами уровень мощности, которых выше половины максимальной мощности излучения.

Скорость передачи - скорость передачи символов цифрового сигнала на входе ПОМ, при котором его параметры сохраняют заданные значения.

Напряжение (фототок) встроенного фотодиода.

Сопротивление терморезистора.

Максимальное напряжение (ток) термоохладителя.



# Рабочие характеристики для модулей ВОЛС

Тип модуля	ТСД	ПОМ-1060	ПОМ-1300	ПОМ-850	ПОМ-14-2К	ПОМ-17	ПОМ-1550	ПОМ-18-2К	ПОМ-1650	ПОМ-РБЗ-21, 22, 23*
Мощность Р, мВт	0,05	10-50	10-30	10-30	1-3	10-50	10-20	1-3	10-20	10-20
Длина волны $\lambda$ , нм	1300	1064	1300	850	1300	1300	1550	1550	1650	1060, 1300, 1550
Ширина линии $\Delta\lambda$ , нм	40	0,1	3	3	3	3	3	3	3	Менее 1МГц
Пороговый ток, мА	Нет данных	12	12	15	12	12	15	15	20	30-50
Рабочий ток, мА	50	200	150	150	30	200	150	40	150	150
Рабочее напряжение, В	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Фототок обратной связи, мкА	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Напряжение фотодиода, В	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ток термоохладильника, мА	300	300	300	300	—**	—**	300	—**	500	500
Напряжение термоохладильника, В	3	3	3	3	—**	—**	3	—**	4	4

## ЛИТЕРАТУРА

1. Волоконно-оптические системы передачи: учебное пособие/ В.И. Иванов, Л.В. Адамович. – Самара, 2016. – 72 с.
2. Дураев В.П., Неделин Е. Т., и др. Полупроводниковые лазеры с волоконной брэгговской решеткой и узким спектром генерации на длинах волн 1530–1560 нм. – Квантовая электроника, 2007, т. 31, №6, с. 529.
3. Гребнев А. К. и др. Оптоэлектронные элементы и устройства / А. К. Гребнев, В.Н. Гридин, В.П. Дмитриев. Под ред. Ю.В. Гуляева. - М.: Радио и связь, 1998. - 336с.
4. Иванов А. Г. Волоконная оптика: Компоненты, системы передачи, измерения. - М.: Компания Сайрус, 2003. - 327с.
5. Волоконно-оптическая техника: история, достижения, перспективы/ Сборник статей под редакцией Дмитриева С.А., Слепова Н.Н. - М.: Изд.- во «Сонест», 2000. -376с.
6. Электронные приборы: учебник для ВУЗов/ В.Н. Дулин, Н.А. Аваев, В.П. Дёмин и др.; Под ред. Г.Г. Шишкина. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 496с.
7. Юнович А.Э. Свет из гетеропереходов // Природа.2001.№6.С.3 – 16.
8. <https://habrahabr.ru/post/226775>
9. [http://opto-tech.ru/data/uploads/papers/active\\_components\\_for\\_fiber\\_optic.pdf](http://opto-tech.ru/data/uploads/papers/active_components_for_fiber_optic.pdf)