



Кафедра лазерных и биотехнических систем  
Самарского университета

# Детекторы

Введение в специальность 12.03.05

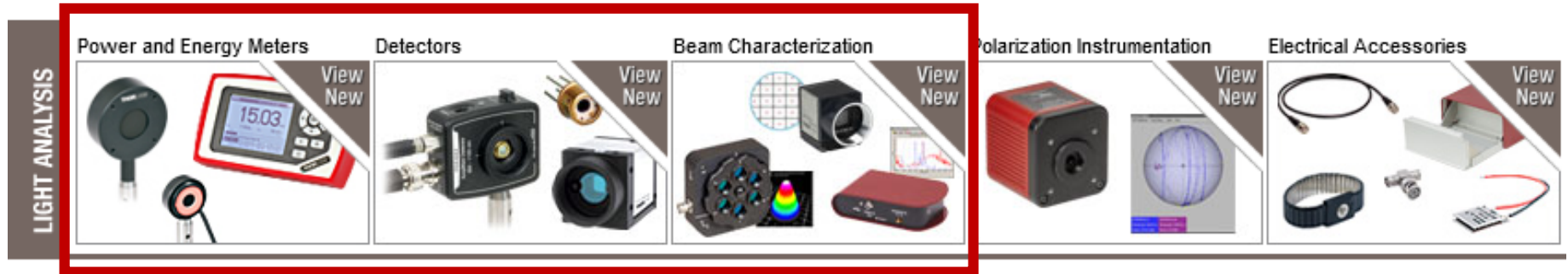
Лекция 4

Артемьев Дмитрий Николаевич

# Оптика

## Light Analysis

Welcome to Thorlabs; below you will find links to detectors and instrumentation that measure the various properties of light, a subset of our entire line of [photonics products](#). Thorlabs offers an extensive selection of instruments that measure the properties of light. Our versatile power and energy meters can be used with over 25 different sensors in order to make NIST-traceable power and energy measurements. If the convenience of a meter is not desired, our selection of detectors includes basic photodiodes (uncalibrated and calibrated), photodetectors (biased, amplified, and avalanche), CCD and CMOS arrays, position detectors, integrating spheres, and photomultiplier tubes. The Beam Characterization category contains beam profilers (camera and scanning slit), a wavefront sensor, spectrometers, and interferometers, while the Polarimetry link leads to a selection of instruments used to measure and control the polarization of light.



# Измерители мощности

Photodiode Sensors



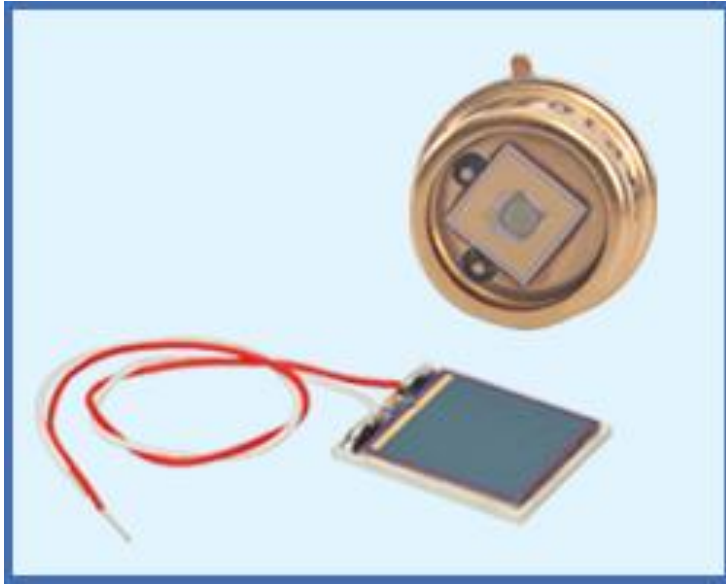
Thermal Sensors



Energy Sensors



# Измерители мощности (фотодиодный)



Typical Properties of Photodiodes

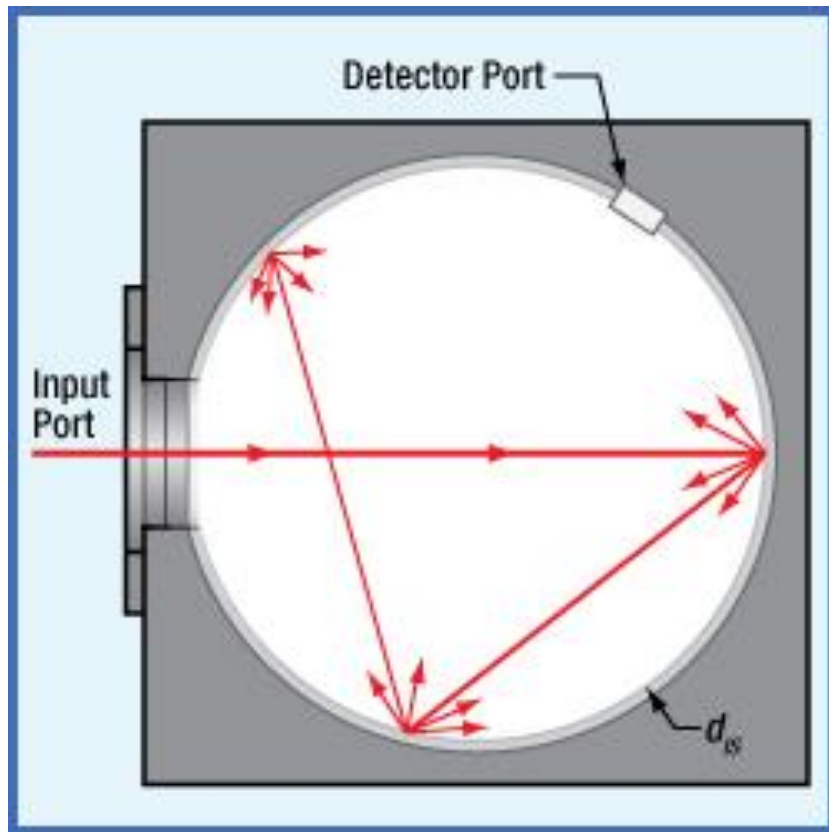
Photodiode	Wavelength Range	Max Power <sup>b</sup>
Si - UV <sup>a</sup>	200 - 1000 nm	3 - 5 mW
Si	400 - 1100 nm	
Ge	700 - 1800 nm	
InGaAs	800 - 1700 nm	

Фотодиод (ФД) представляет собой полупроводниковый р-п переход. Когда фотоны с достаточной энергией попадают в р-п-переход, они возбуждают электроны, в результате чего в переходе возникает ток.

Чувствительность в значительной степени зависит от материала, из которого изготовлен фотодиод, а также от длины волны падающей оптической мощности.

Чтобы увеличить максимальную измеряемую мощность до десятков милливатт, перед фотодиодом помещают аттенюатор.

# Измерители мощности (интегр. сфера)



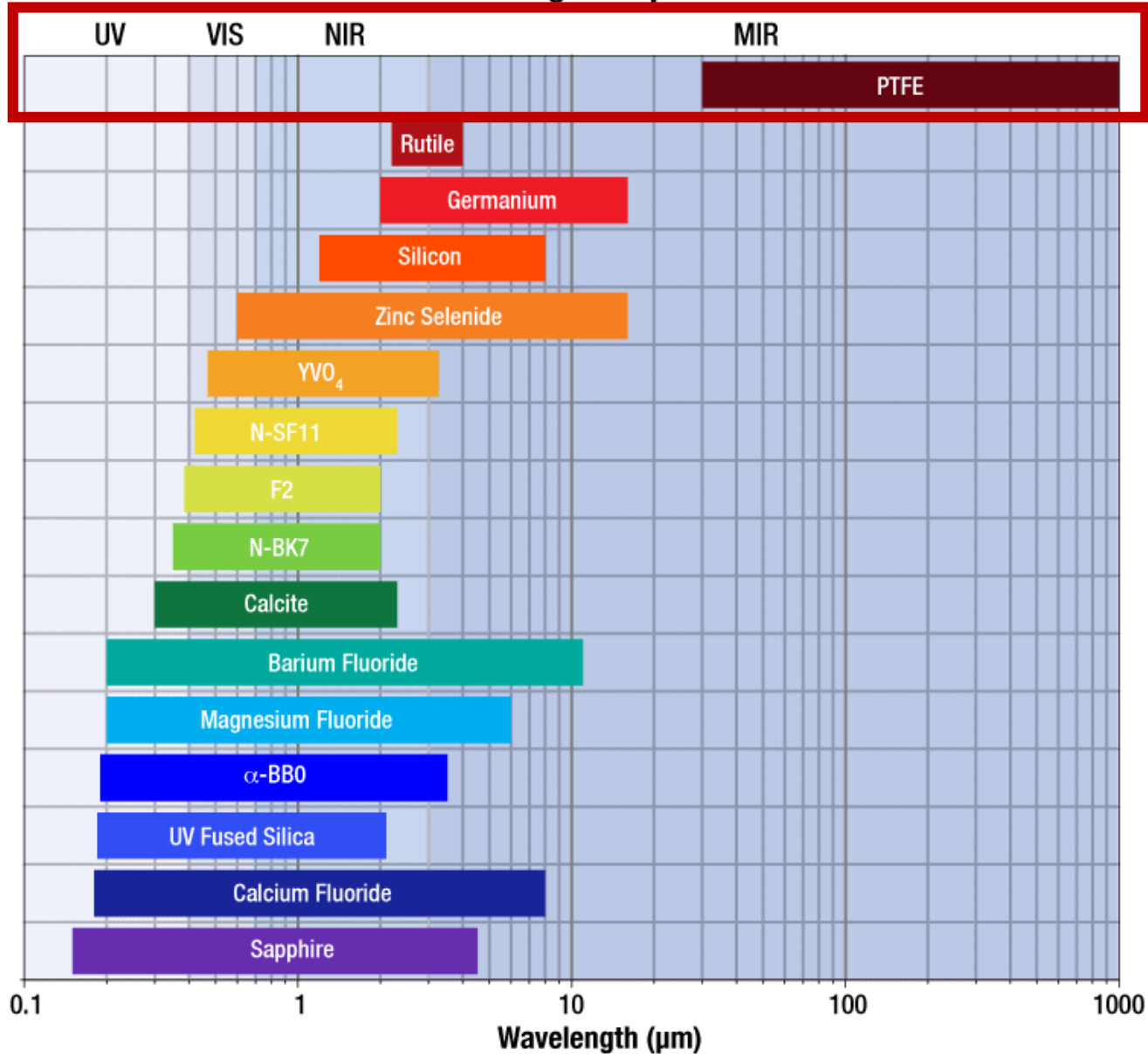
$$attenuation = \left( \frac{d_{PD}}{2d_{IS}} \right)^2$$

Внутренняя поверхность интегрирующей сферы имеет высокий коэффициент отражения в широком диапазоне длин волн. Он изготовлен из материала с высокой отражающей способностью на основе PTFE и устойчив к нагреву, влажности и высоким уровням излучения.

Входящий световой луч диффузно отражается от внутренней поверхности сферы, что создает равномерное распределение интенсивности по всей поверхности сферы.

# Оптические материалы

Transmission Range of Optical Materials

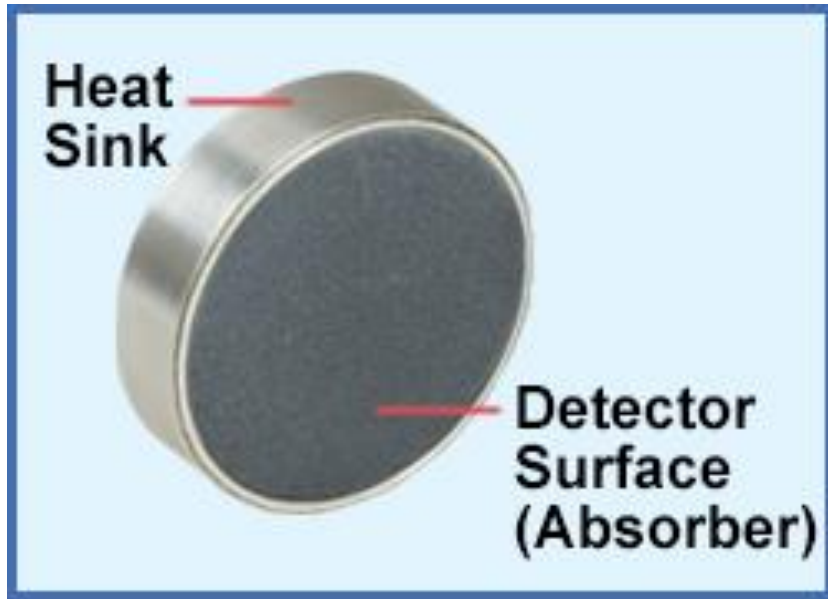


# Измерители мощности (тепловой)



Датчики тепловой мощности включают в себя термопары и используют принципы, изложенные в термоэлектрическом эффекте (он же эффект Зеебека), который гласит, что любой проводник, подверженный тепловому градиенту, генерирует напряжение. Следовательно, если существует разница температур между двумя поверхностями, градиент температуры будет создавать разность напряжений между этими двумя поверхностями.

# Измерители мощности (пироэлектрический)



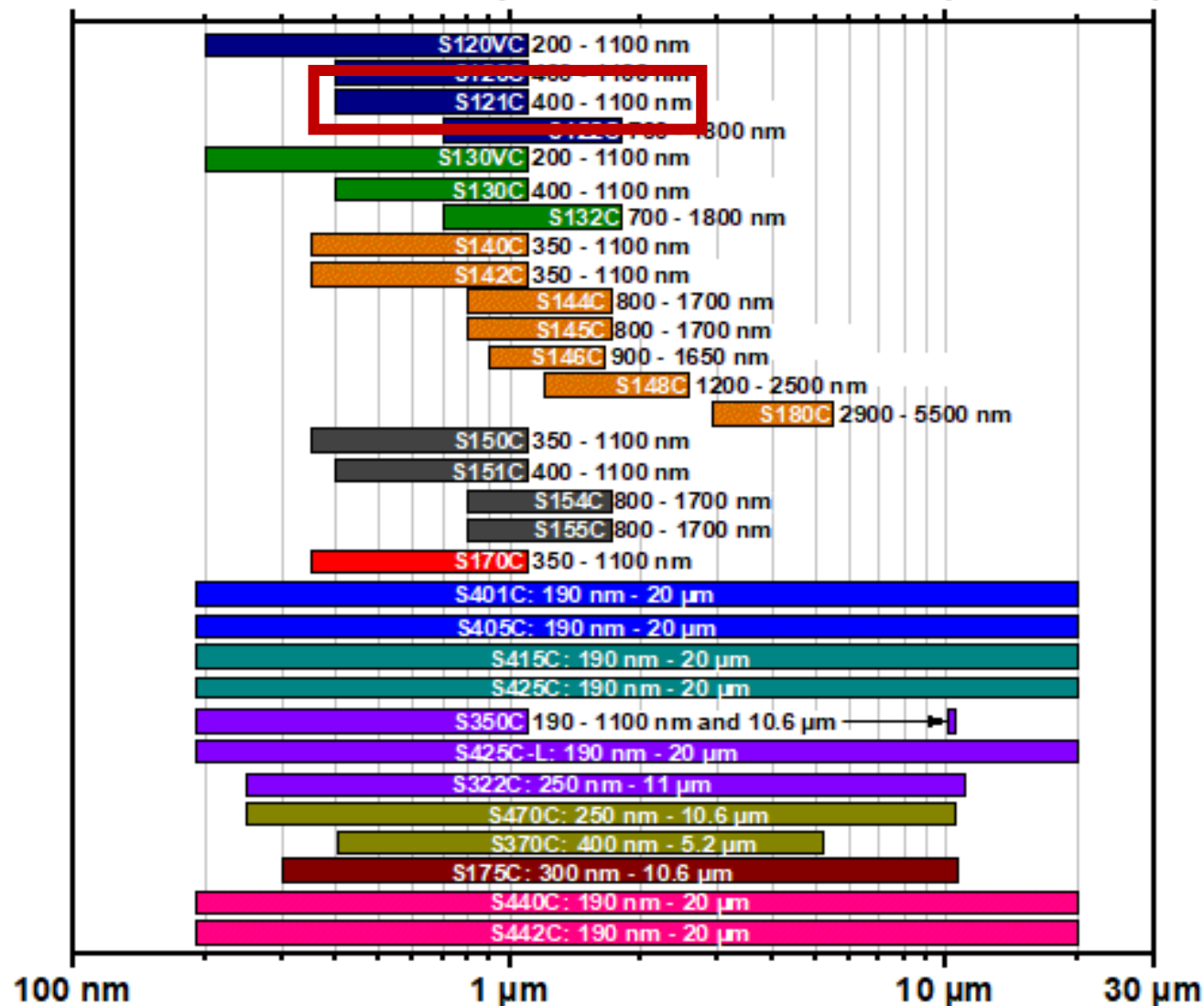
Пироэлектрические датчики можно отнести к тепловым детекторам. Они позволяют напрямую преобразовывать импульс энергии в импульс напряжения независимо от длины волны падающего излучения.

Эти детекторы построены на коаксиальной основе и поэтому чрезвычайно нечувствительны к помехам от электромагнитного излучения. Каждый детектор покрыт черным абсорбирующим слоем, обеспечивающим почти постоянное поглощение в диапазоне от 185 нм до 25 мкм.



# Измерители мощности

100 nm      1  $\mu$ m      10  $\mu$ m      30  $\mu$ m



Wavelength (Log Scale)

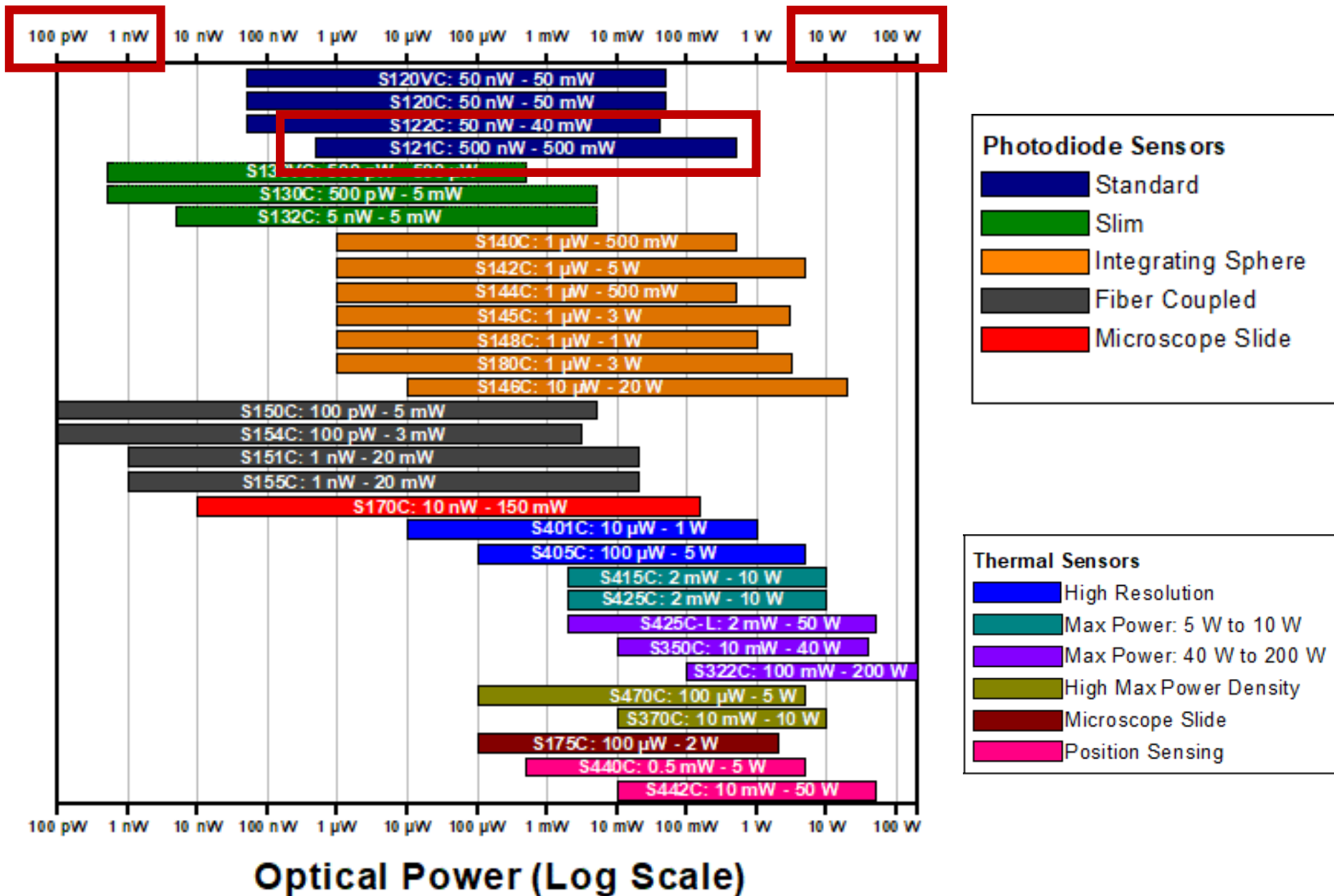
## Photodiode Sensors

- Standard
- Slim
- Integrating Sphere
- Fiber Coupled
- Microscope Slide

## Thermal Sensors

- High Resolution
- Max Power: 5 W to 10 W
- Max Power: 40 W to 200 W
- High Max Power Density
- Microscope Slide
- Position Sensing

# Измерители мощности



# Измерители мощности и энергии

Photodiode Power Sensors



Thermal Power Sensors



Thermal Position & Power Sensors



Pyroelectric Energy Sensors



Digital Handheld Power & Energy Meter Console



Analog Handheld Power Meter Console



Power and Energy Meters, USB Interface



Touchscreen Power Meter Console with Multi-Touch



Power Meter Bundles



Dual-Channel Benchtop Power/Energy Meter Console



Wireless Power Meter with Sensor



Compact USB Power Meters



Field Power Meter for Terminated Fibers



Power Meter Tutorial



# Детекторы

Photodiodes & Photoconductors



Thermopile (Thermal) Detectors



Amplified Detectors



Biased Detectors



Balanced Detectors



Avalanche Detectors



Position Sensing Detectors



Integrating Spheres



Single Photon Counters



Photomultiplier Modules (PMTs)



Acoustic Detection Module





# Анализ пучка

Fourier Transform Optical Spectrum Analyzers



Camera Beam Profiler



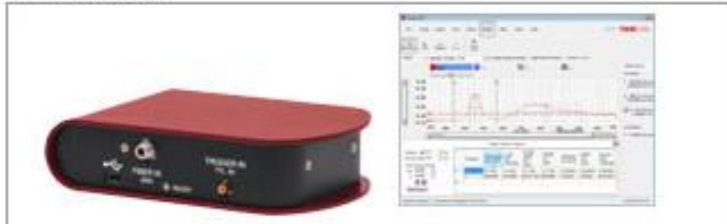
Rotating Slit Beam Profiler



Complete W<sup>m</sup> measurement Systems



Spectrometers



Fiber Interferometers



Shearing Interferometers



Fabry-Perot Interferometers



CCD & CMOS Cameras



CMOS-Based Shack-Hartmann Wavefront Sensors



Adaptive Optics Kits



# Полезные ссылки

## **Light Analysis**

[https://www.thorlabs.com/navigation.cfm?guide\\_id=2267](https://www.thorlabs.com/navigation.cfm?guide_id=2267)

## **Power Meter and Sensor Tutorial**

[https://www.thorlabs.com/newgrouppage9.cfm?objectgroup\\_id=6188](https://www.thorlabs.com/newgrouppage9.cfm?objectgroup_id=6188)

## **Photodiodes and Photoconductors Tutorials**

[https://www.thorlabs.com/newgrouppage9.cfm?objectgroup\\_id=9020](https://www.thorlabs.com/newgrouppage9.cfm?objectgroup_id=9020)



**Вопросы  
и обсуждение**