

# <<Установка для исследования характеристик светодиодов>>

Студент: Горчаков О.И.  
Руководитель: Смирнов Е.А.  
Рецензент: Василевский А.М.

# СВЕТОДИОДЫ

2

*Принцип действия* – инжекционная люминесценция

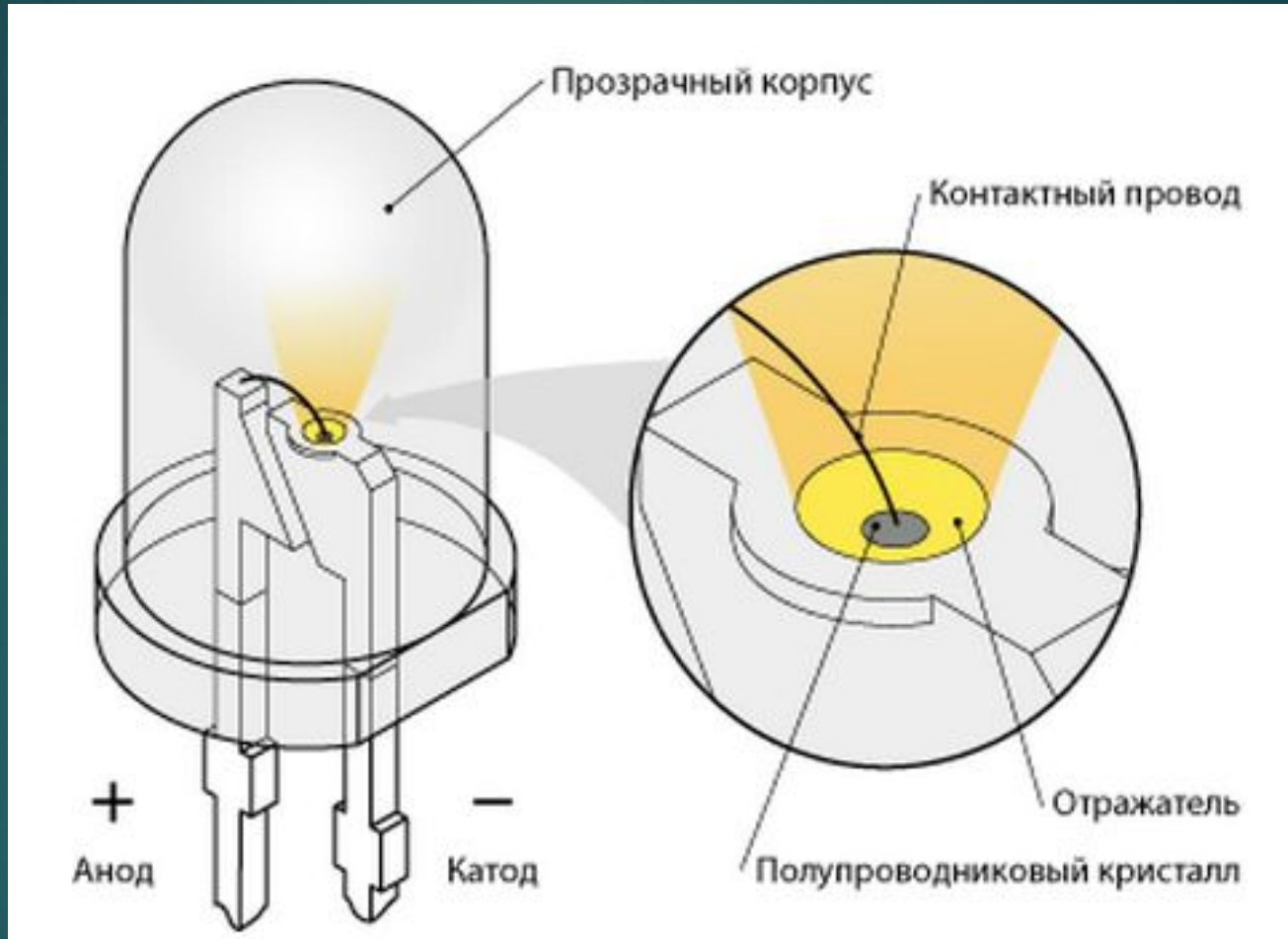
*Преимущества светодиодов:*

- Большой диапазон длин волн
- Большой срок службы (до 100тыс.часов)
- Низкое энергопотребление
- Малые габариты
- Потенциально высокий КПД и светоотдача
- Технологичность, надежность, стабильность
- Экологичность



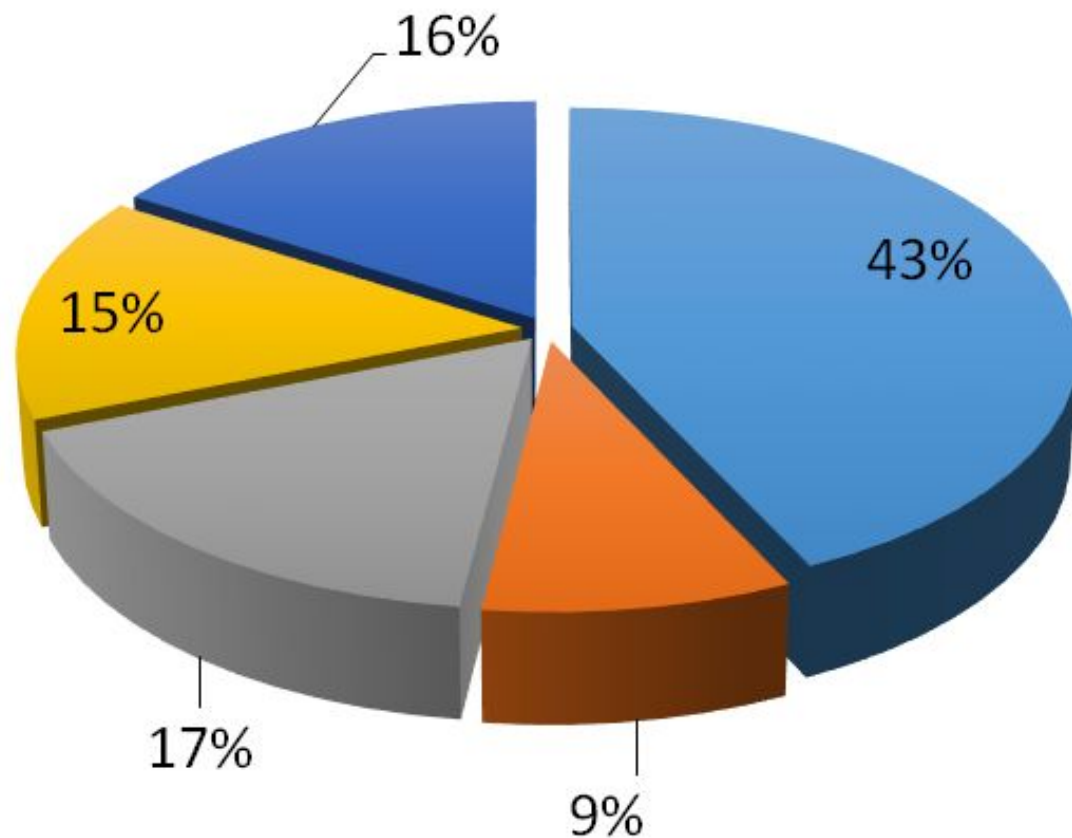
# Конструкция светодиода

3



# Применение светодиодов

4



- Мобильные устройства
- Освещение
- Информационные панели и знаки
- Автосветотехника
- Прочие

# Характеристика сегментов рынка освещения РФ (млн. \$)

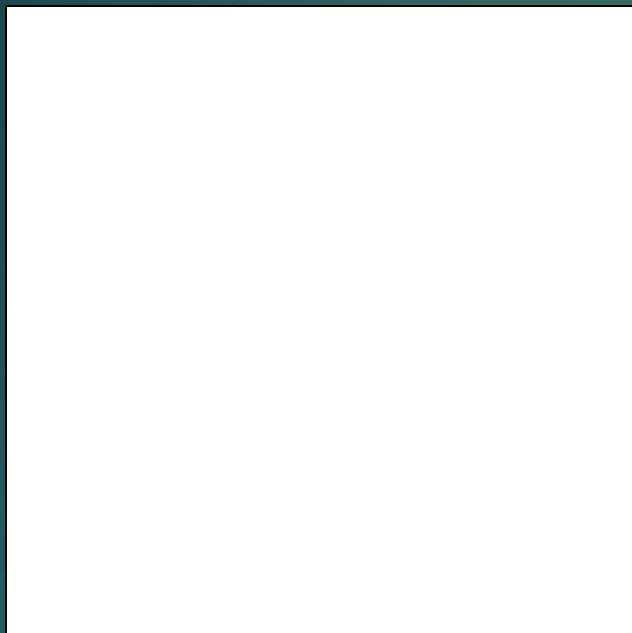
5





# Финансирование производства светодиодов

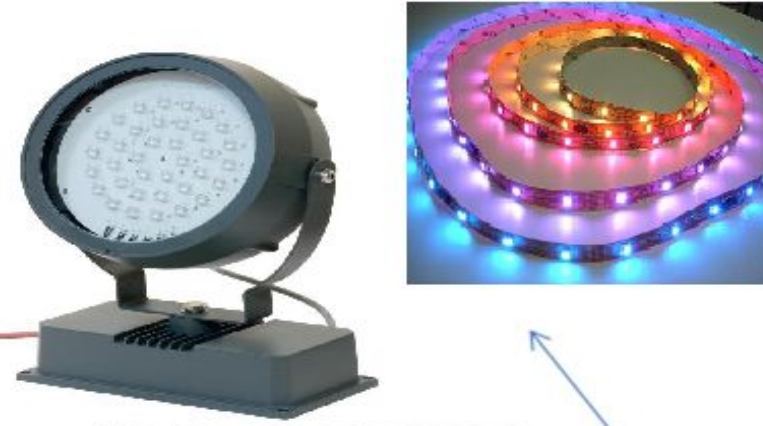
6



Затраты на производство светодиодных подсветок в  
млн. долларов. (данные iSuppli)

# Применение светодиодов для освещения

7



Локальная подсветка



Светильники для помещений

**светодиоды**



Светодиодные лампы



# РЫНОК СВЕТОДИОДОВ

- 1999 - \$820 млн.
- 2008 - \$5,1 млрд.
- 2014 - \$13 млрд.
  
- Среднегодовая скорость роста 20%
  
- \*Данные Strategies Unlimited



## Экономия при переходе на светодиодные источники света (США)

167 млрд. кВт\*/час электроэнергии = \$12 млрд.

Совокупная экономия к 2025 году

\$87 млрд. -30 электростанциям по 600 МВт

# Исследование светодиодов в учебном процессе

10

## ▶ Светотехника

(5 семестр, группы каф. ЭПУ)

- световые потоки
- светоотдача
- формирование “белого” света
- спектральные характеристики “белых” и RGB-светодиодов
- диаграммы направленности
- вольтамперные характеристики

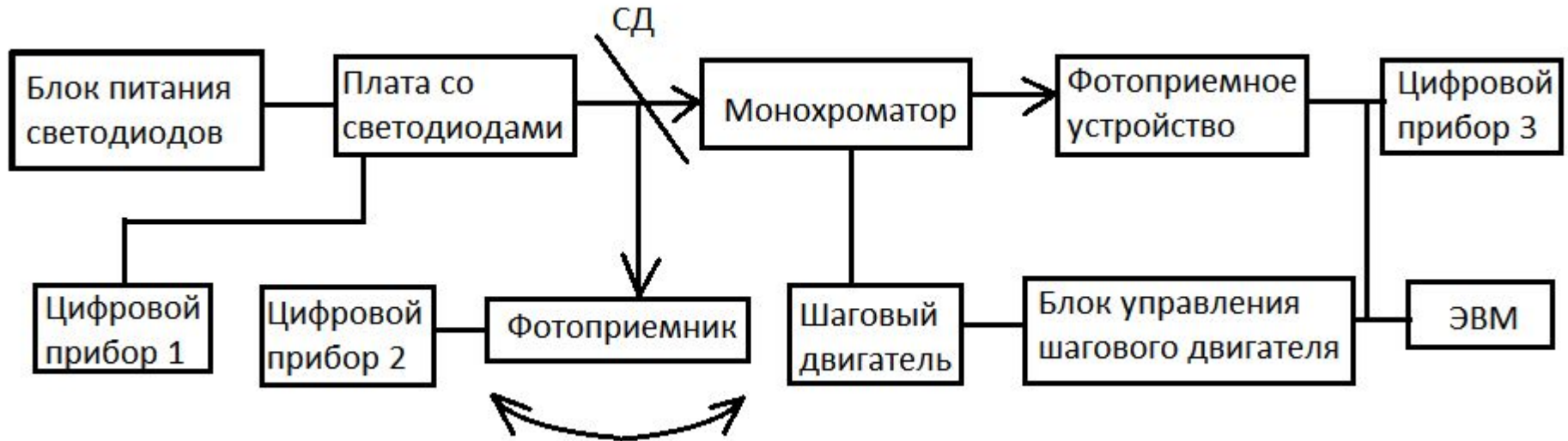
## ▶ Квантовая и оптическая электроника

( 8 семестр, группы ФЭЛ)

- спектральные характеристики цветных светодиодов
- влияние тока и температуры на спектральные характеристики светодиодов
- ватт-амперные характеристики
- вольтамперные характеристики
- диаграммы направленности

# Установка для исследования характеристик СВЕТОДИОДОВ

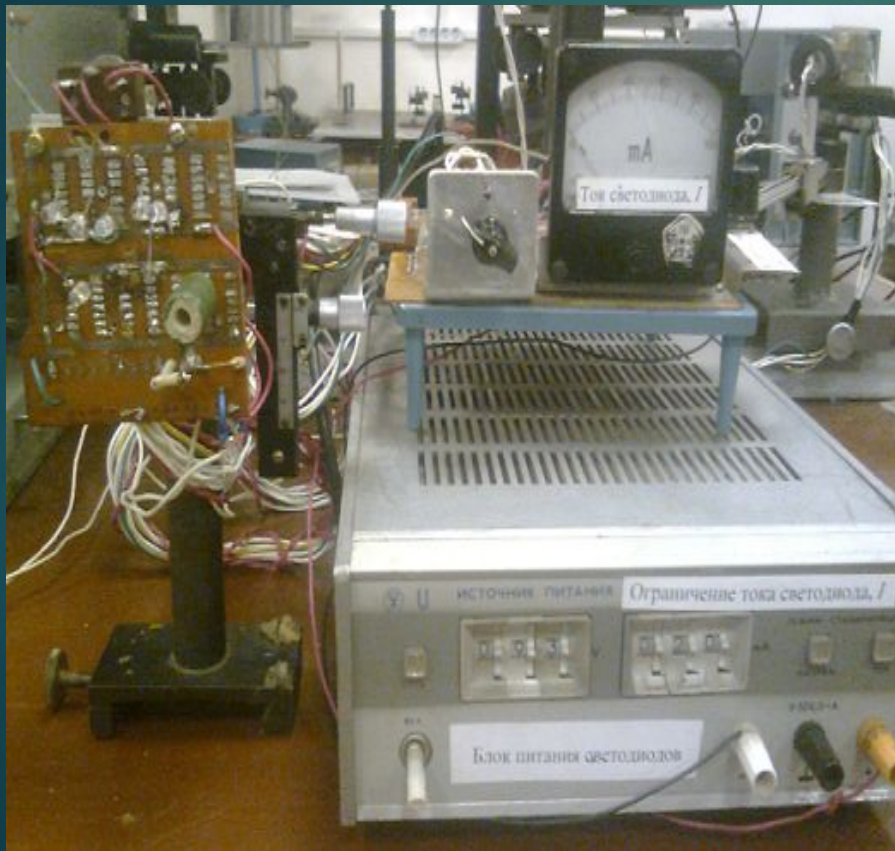
11





# Модернизация лабораторной установки

12



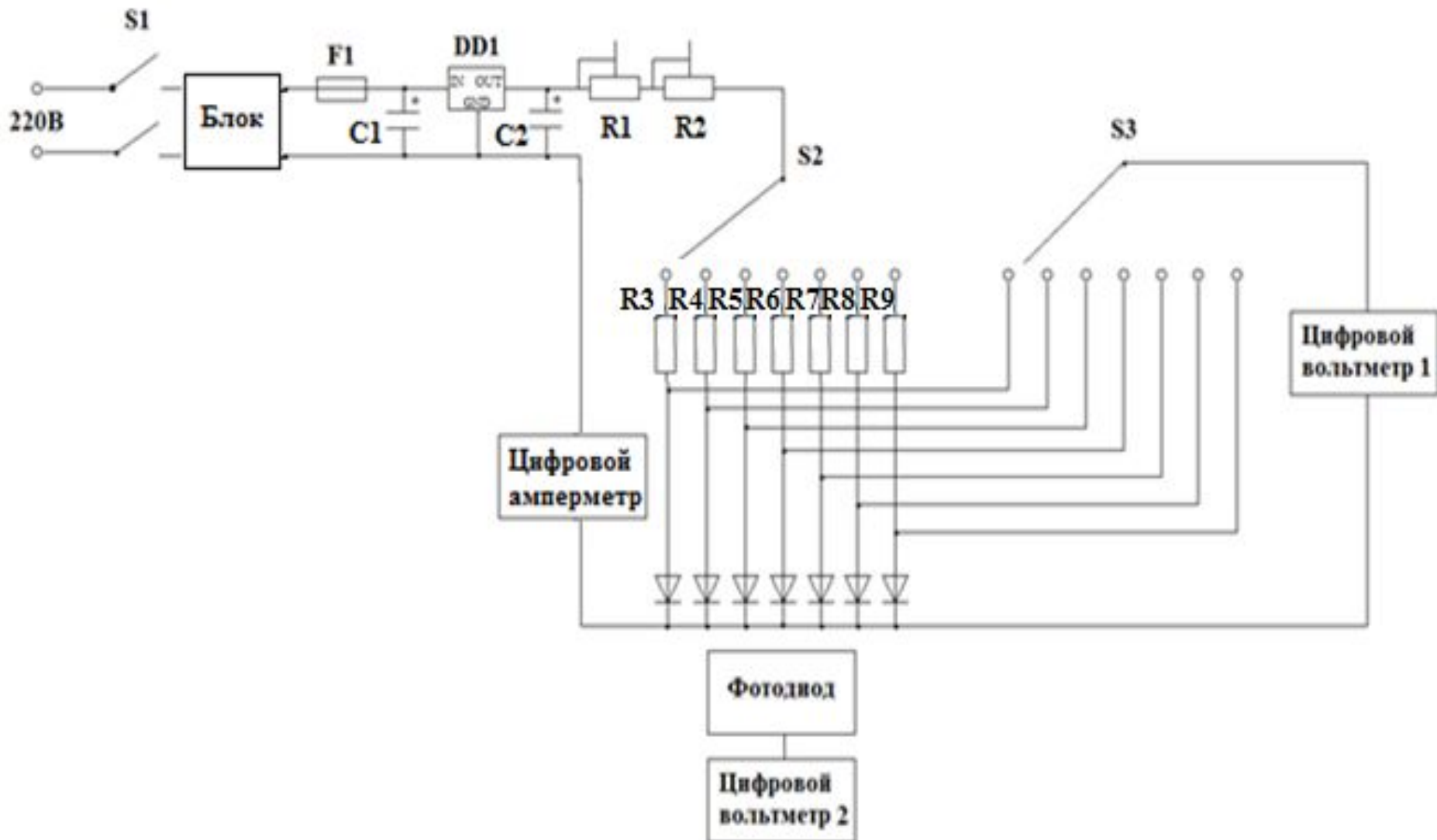
ДО



ПОСЛЕ

# Принципиальная схема блока питания и блока управления

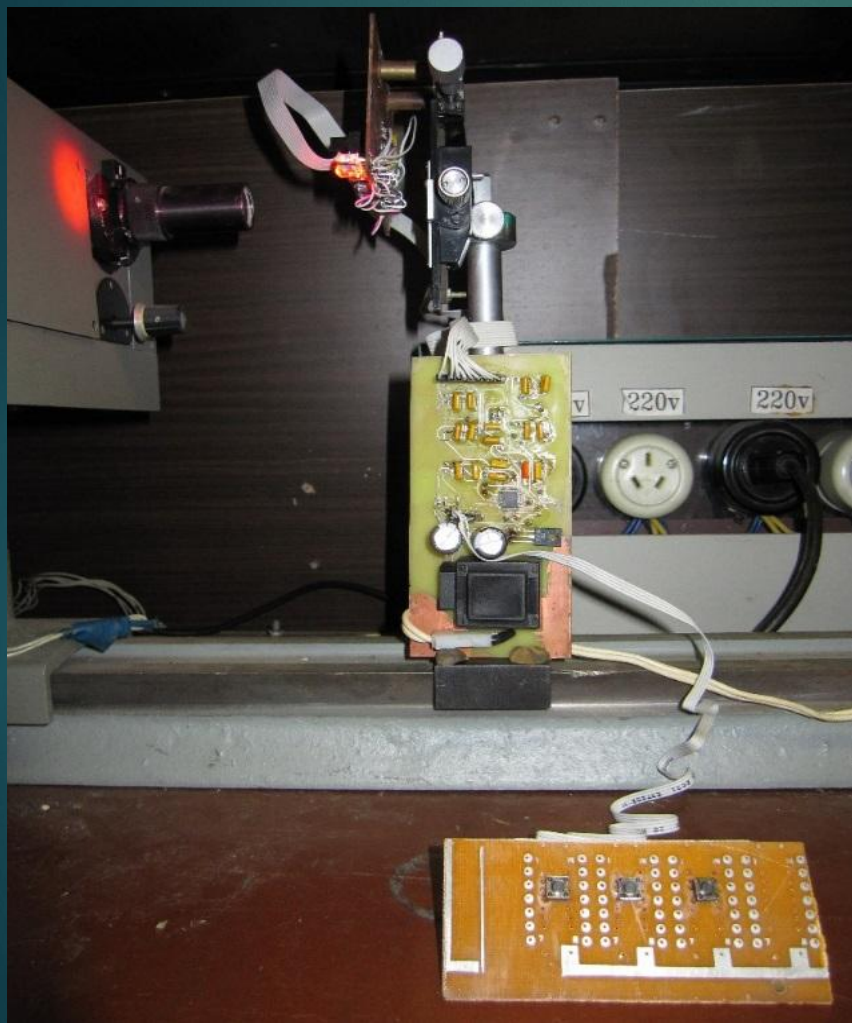
13





# Модернизация лабораторной установки

14



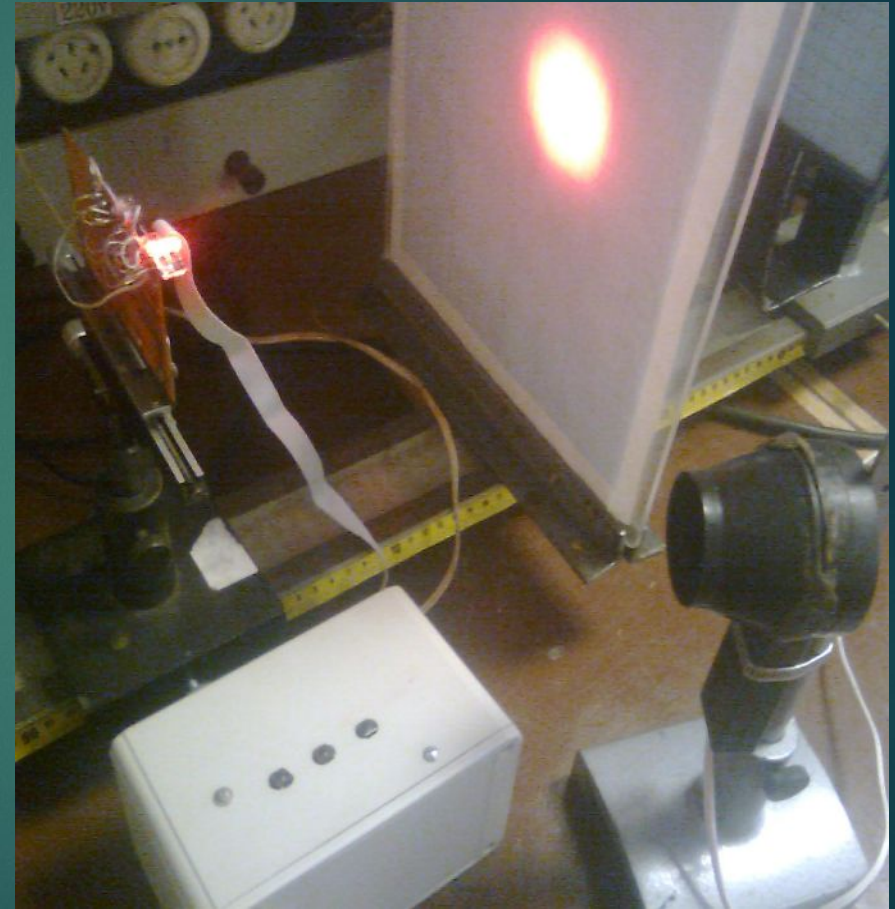
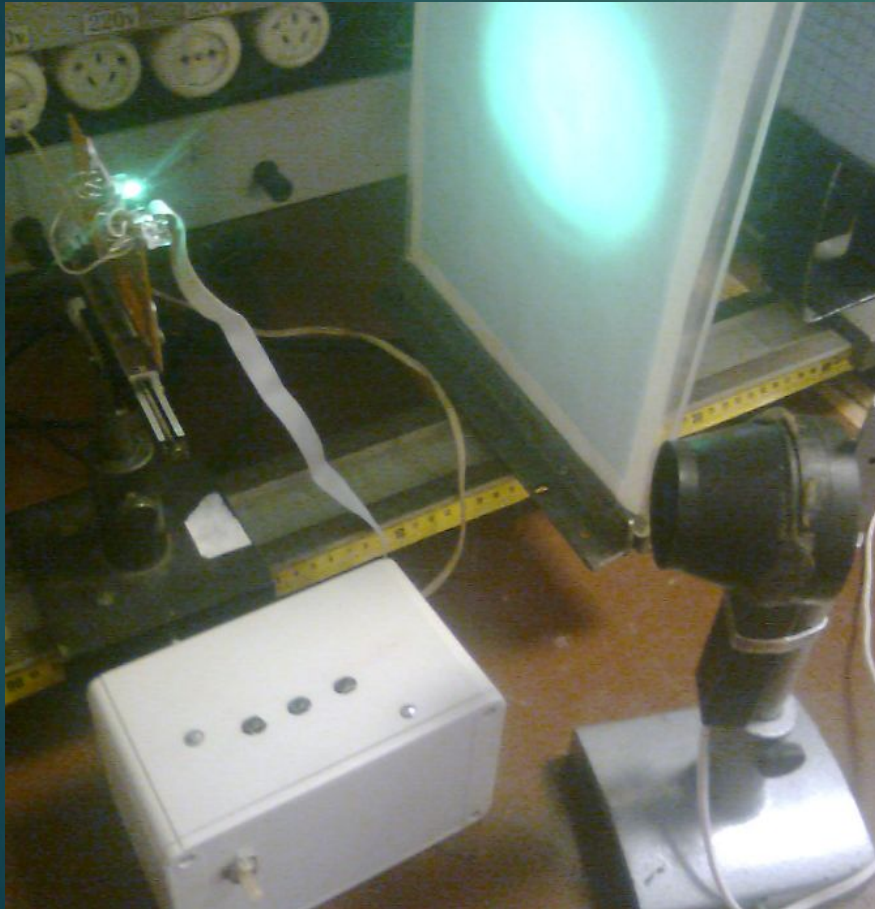
ДО



ПОСЛЕ

# Установка для исследования световых ПОТОКОВ

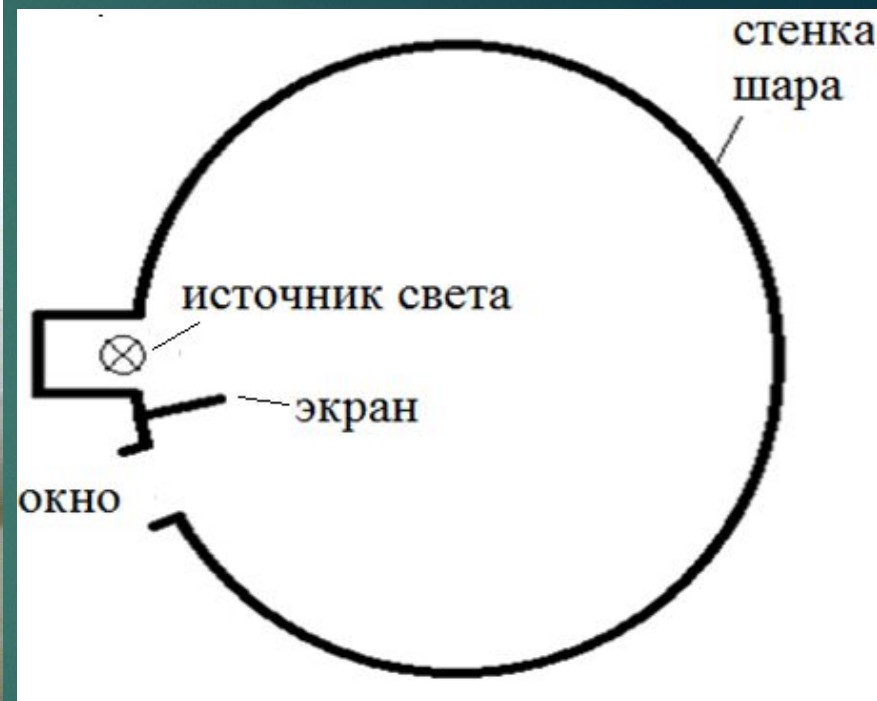
15





# Фотометрический шар

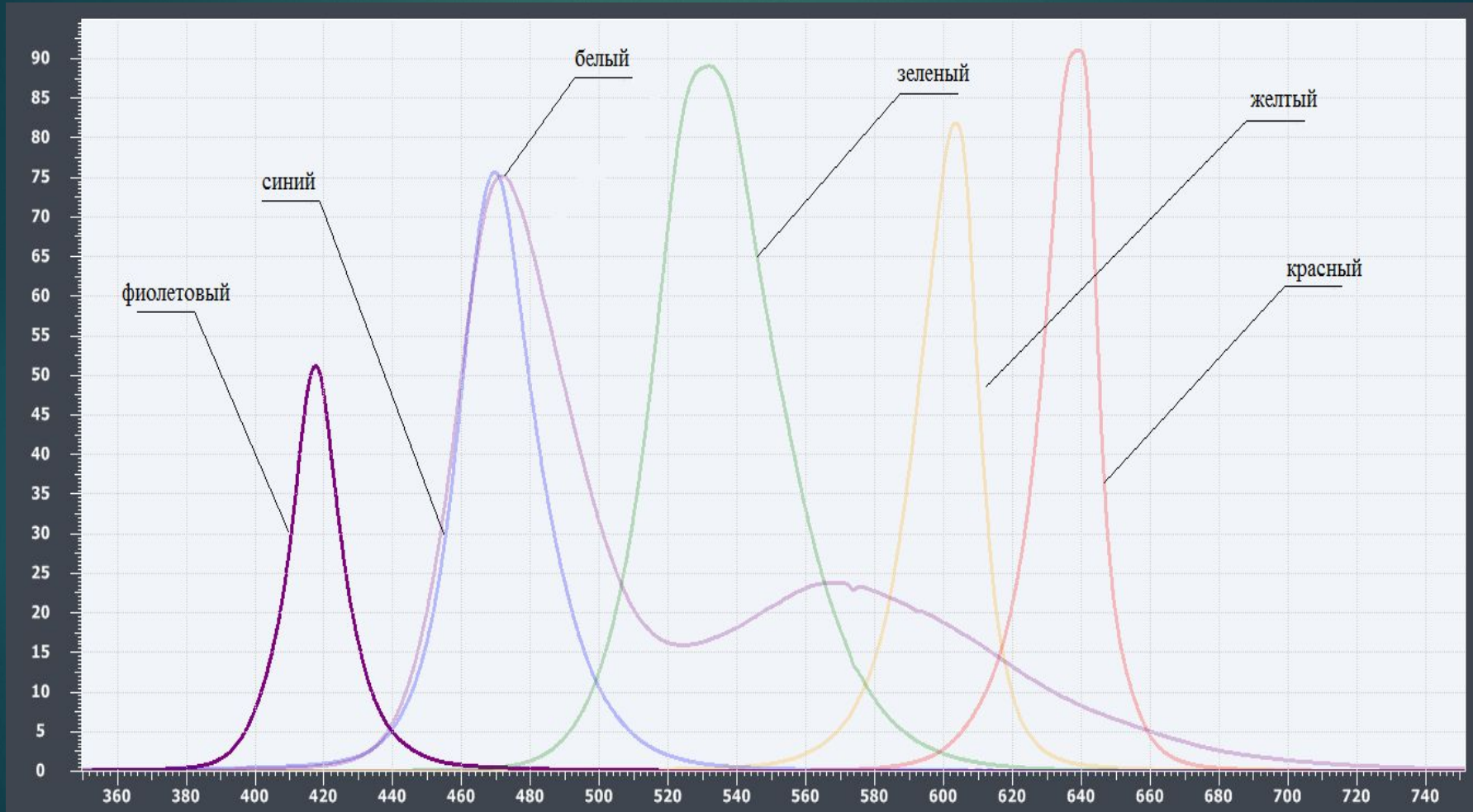
16



$$F_v = \frac{(1-\rho)}{\rho} \cdot S \cdot E$$

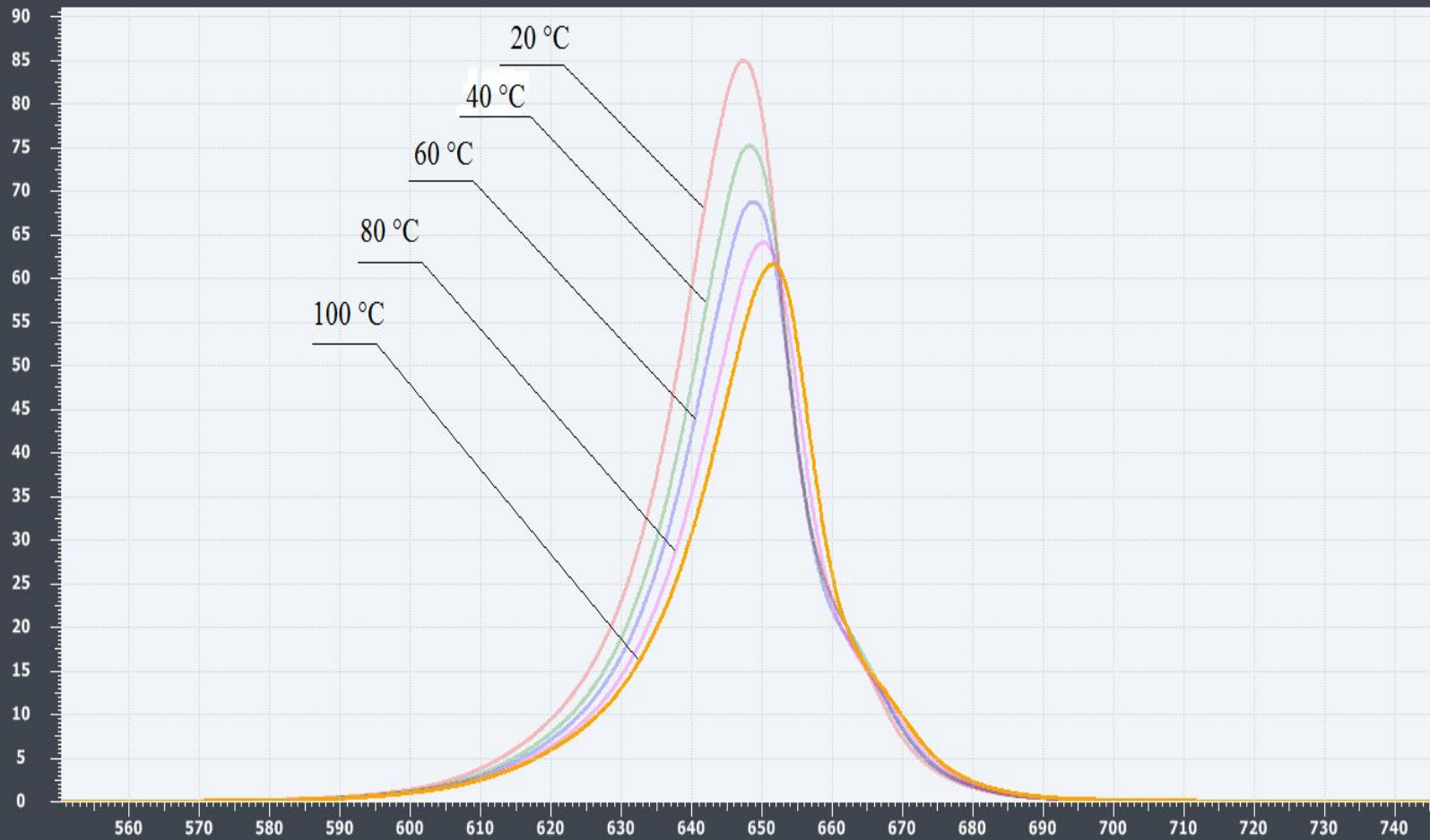
# Спектральные характеристики светодиодов

17



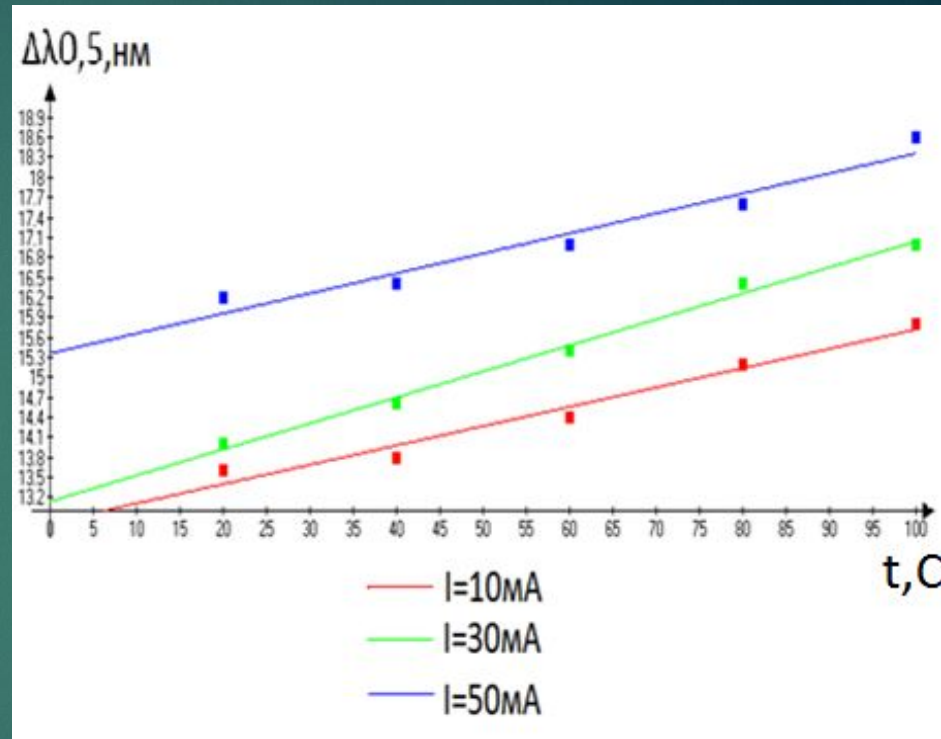
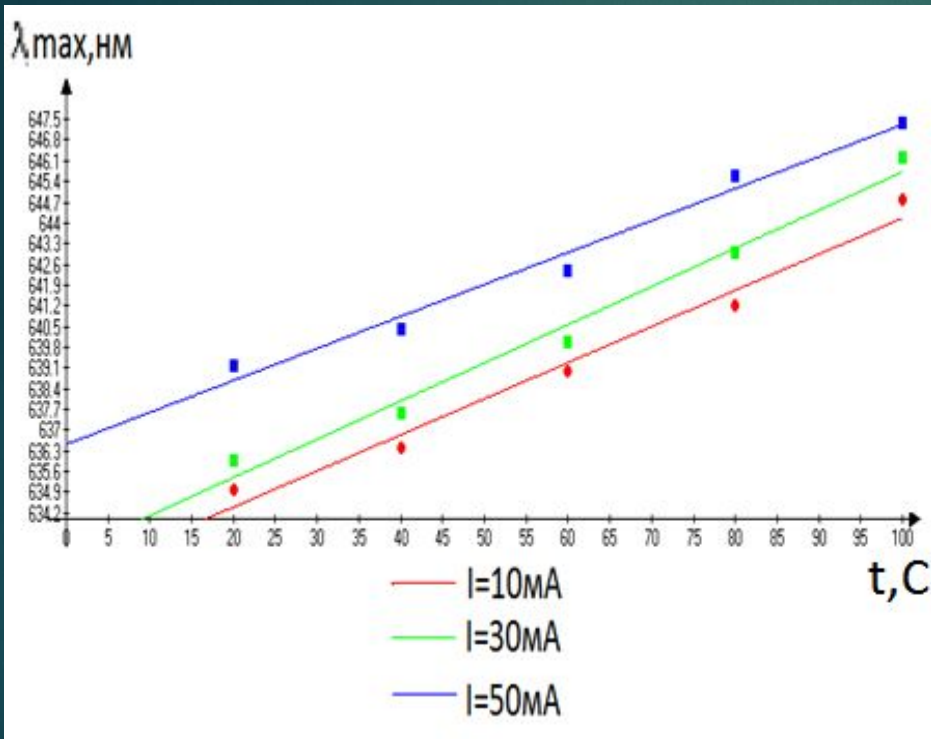
# Влияние температуры на спектральные характеристики красного светодиода

18





# Зависимости $\lambda_{\max}$ и $\Delta\lambda_{0,5}$ от температуры

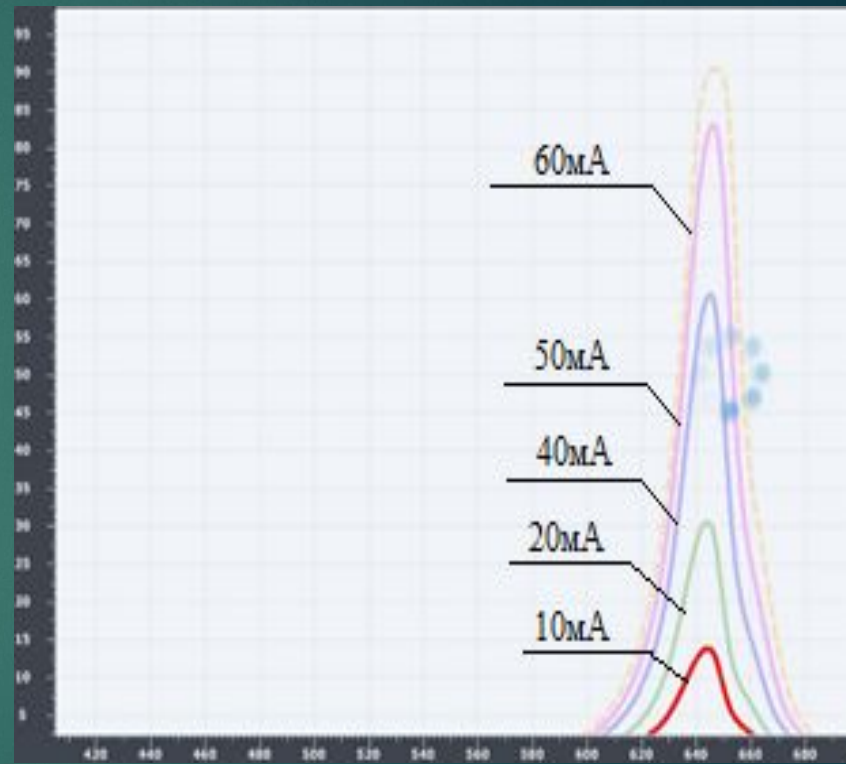
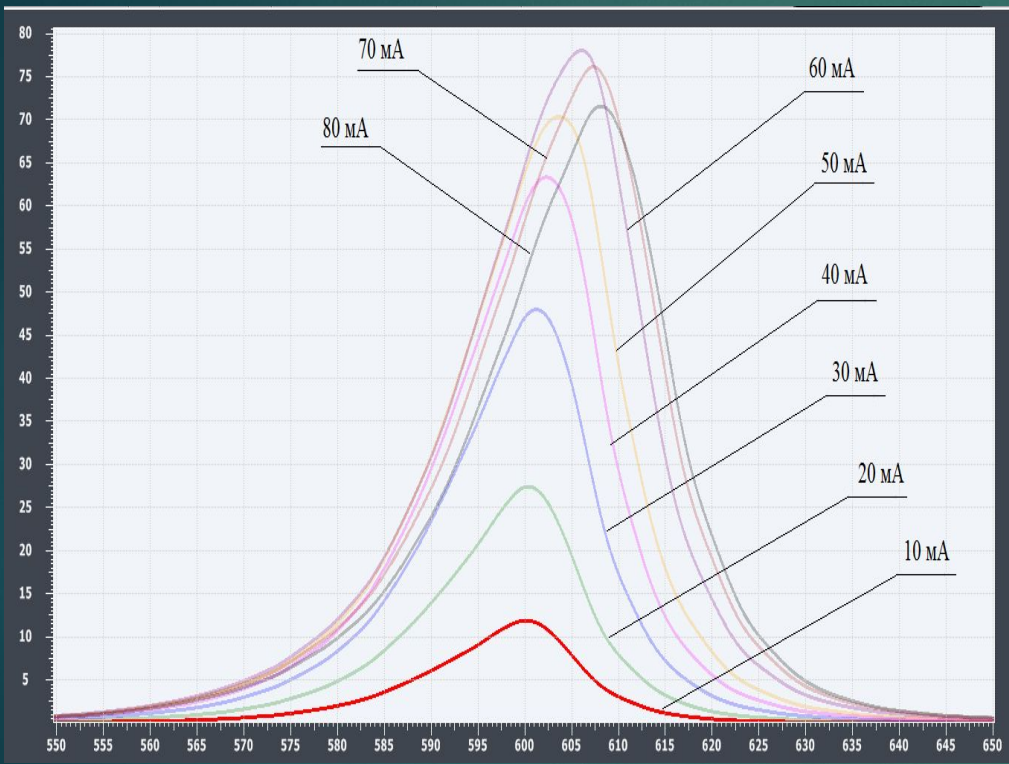


$$\lambda_{\max} = \frac{hc}{\Delta E}$$

$$\Delta\lambda_{0,5} = \frac{2kT_{\text{сд}} \cdot \lambda_{\max}^2}{hc}$$

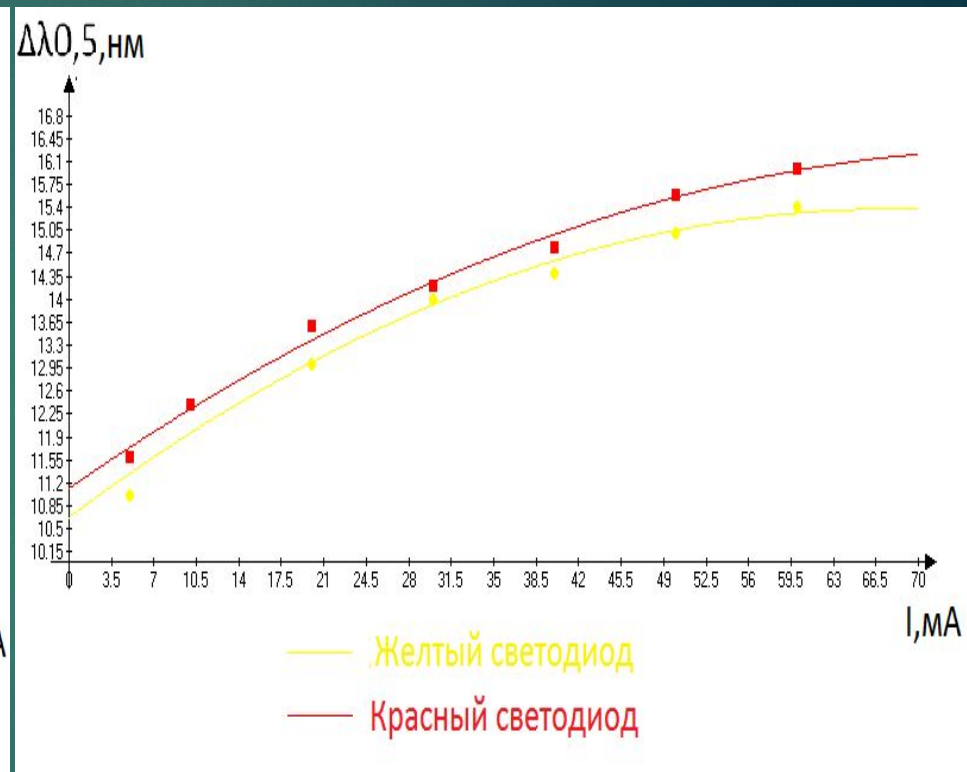
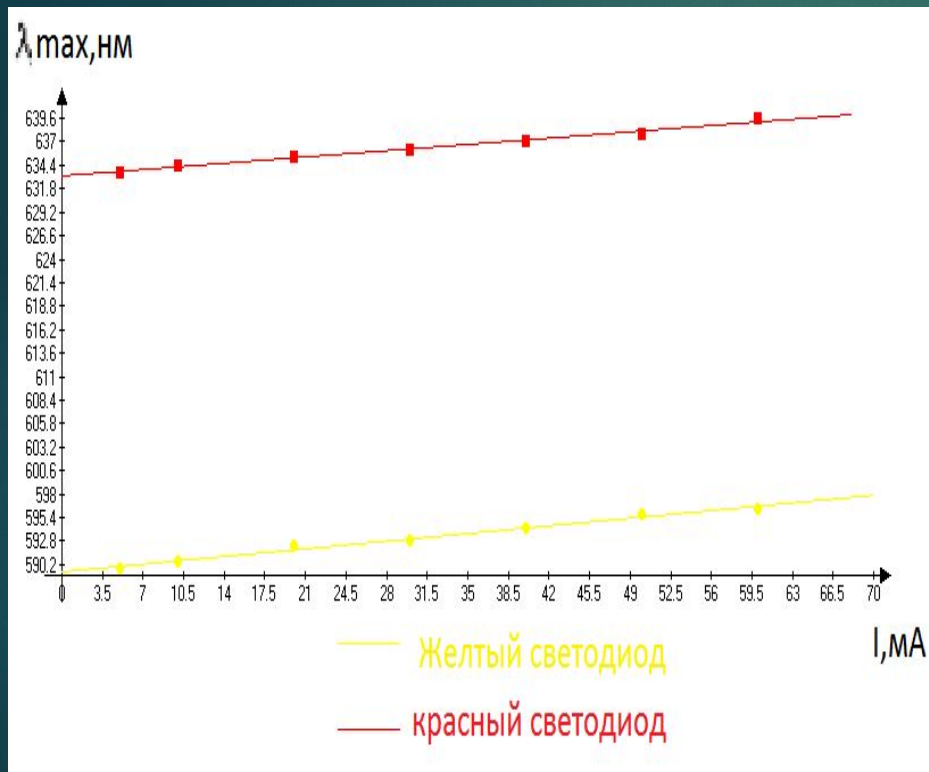
# Влияние уровня тока на спектральные характеристики светодиодов

20



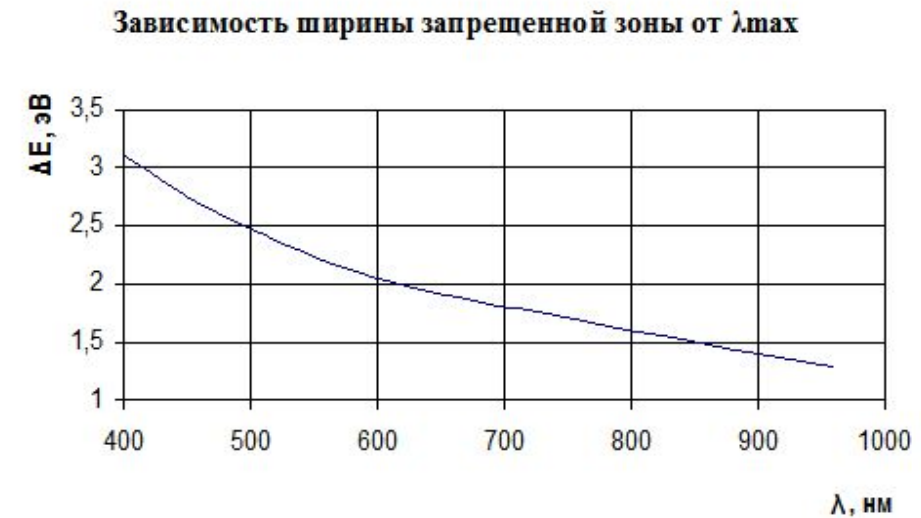
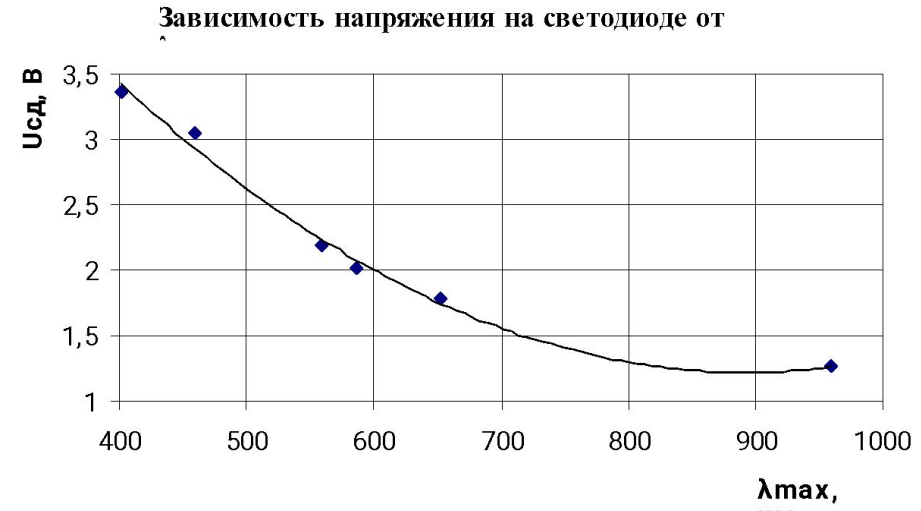
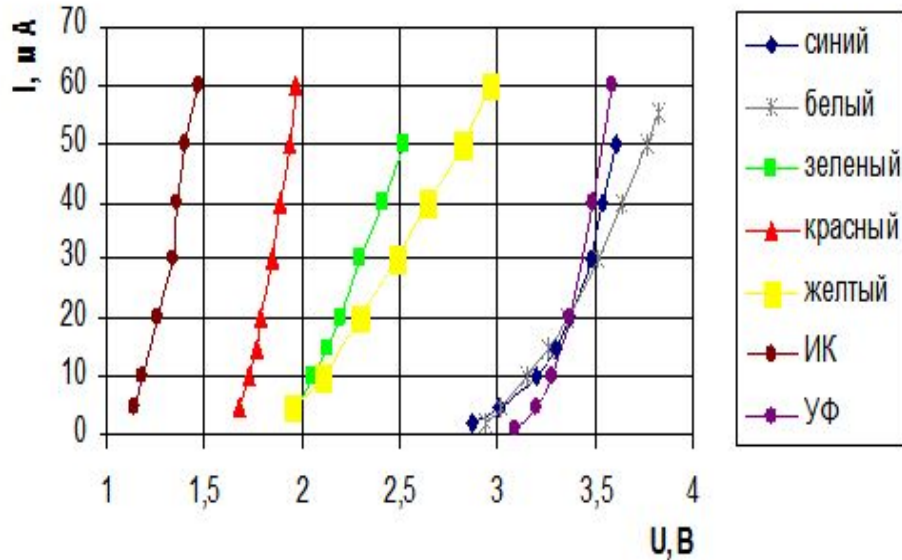
# Зависимости $\lambda_{\text{max}}$ и $\Delta\lambda_{0,5}$ от тока

21



# Исследование вольтамперных характеристик светодиодов

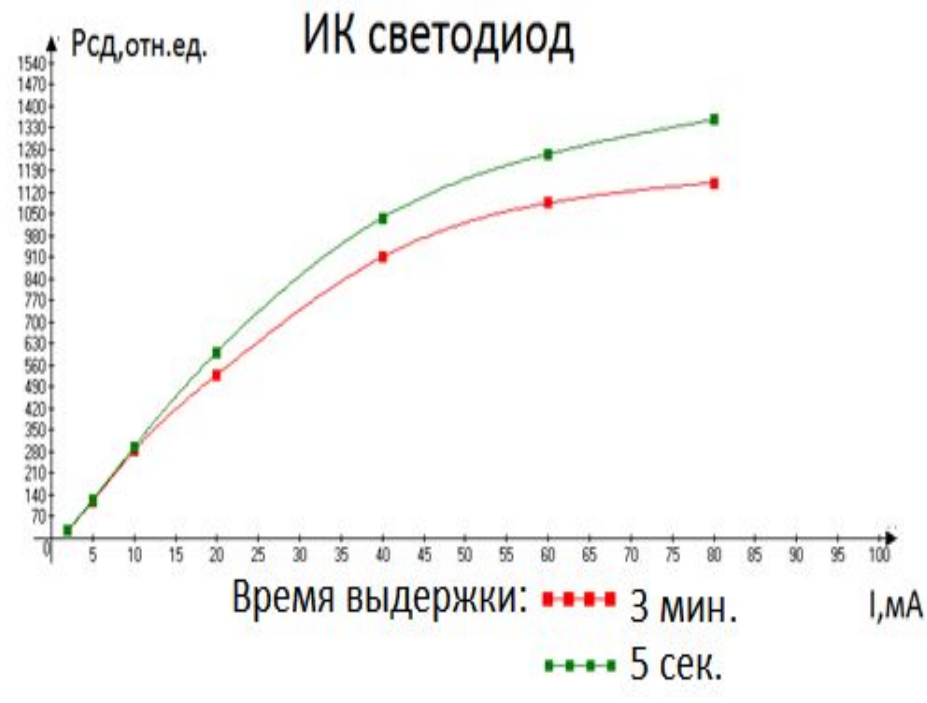
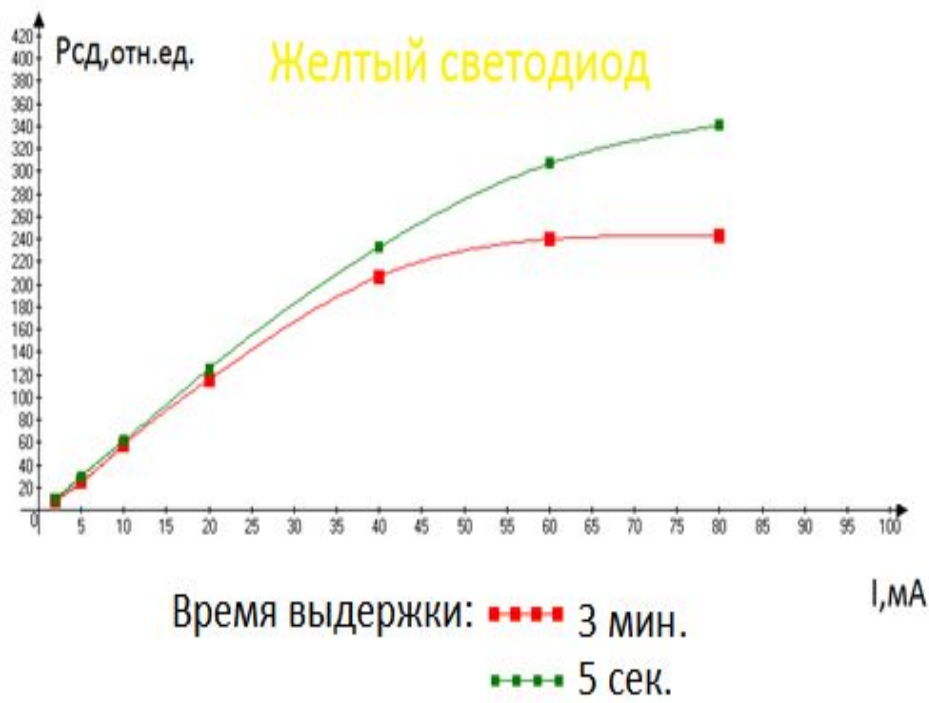
22





# Исследование ватт-амперных характеристик светодиодов

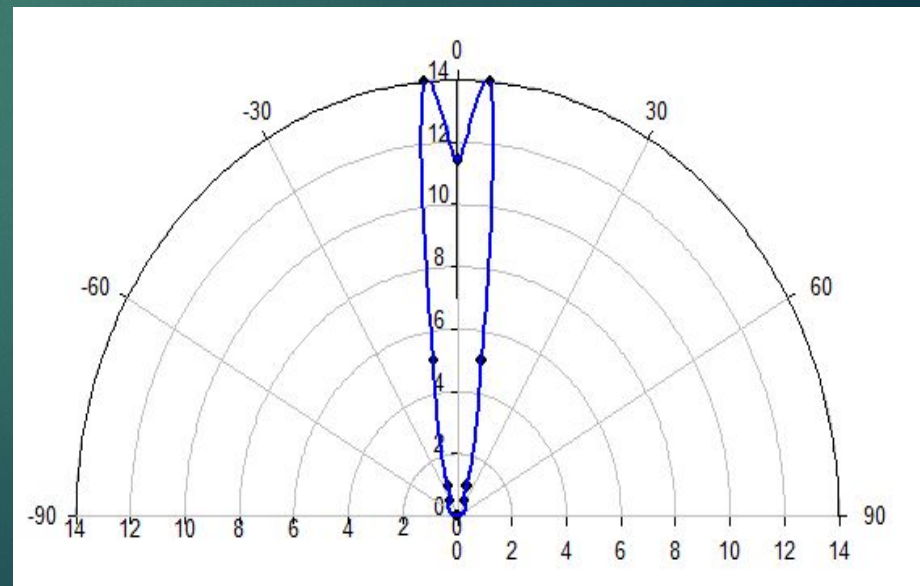
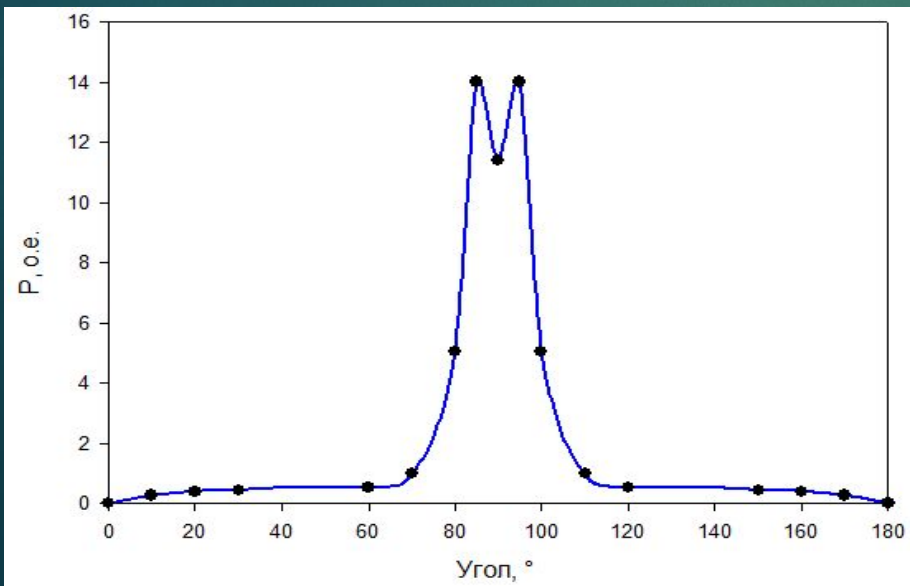
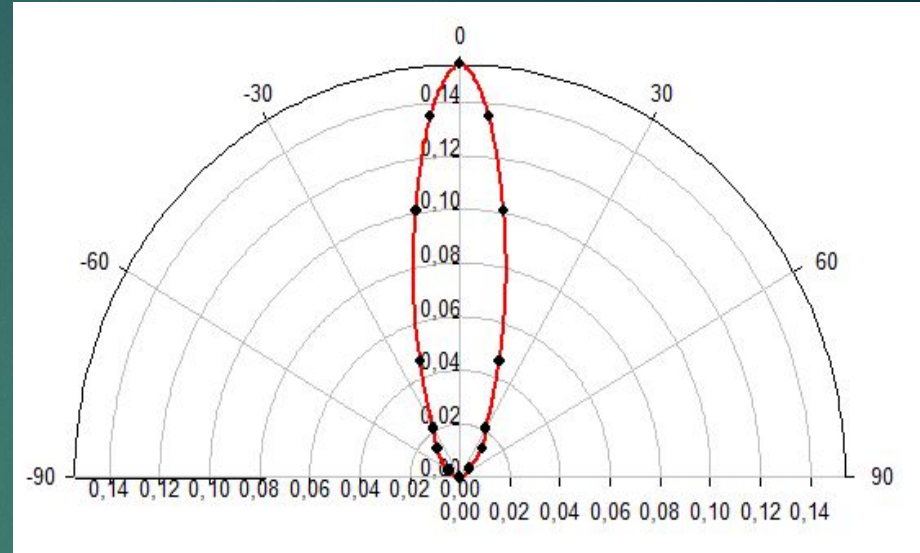
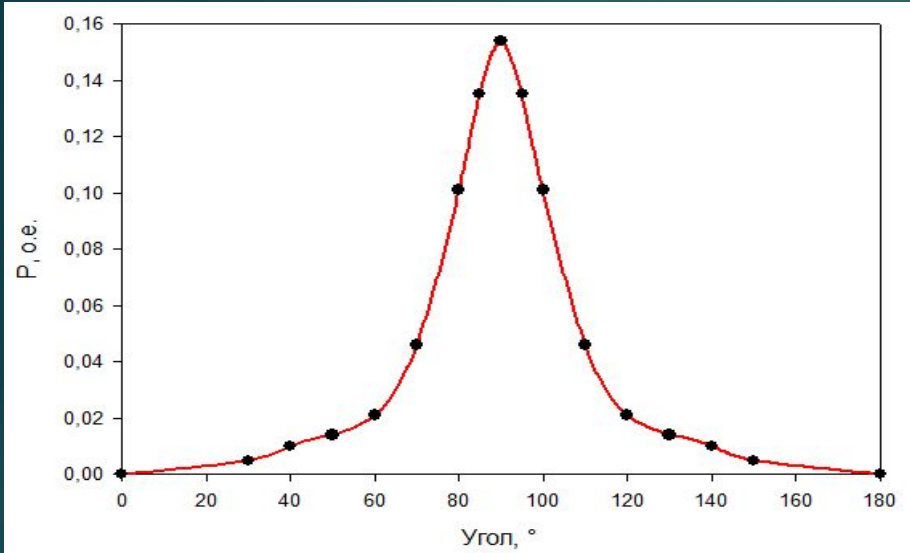
23





# Исследование диаграмм направленности СВЕТОДИОДОВ

24



Модернизированные установки и полученные экспериментальные результаты будут внедрены в учебный процесс и позволят дать студентам достаточно полное представление о характеристиках современных светодиодов.

Благодарю за внимание





# БАРЬЕР ПРОЙДЕН!

CREE - мировой лидер эффективных инноваций в сфере светодиодной промышленности.

Это компания с огромным потенциалом, которая поражает своей производительностью в LED технологиях, с непревзойденным стремлением.

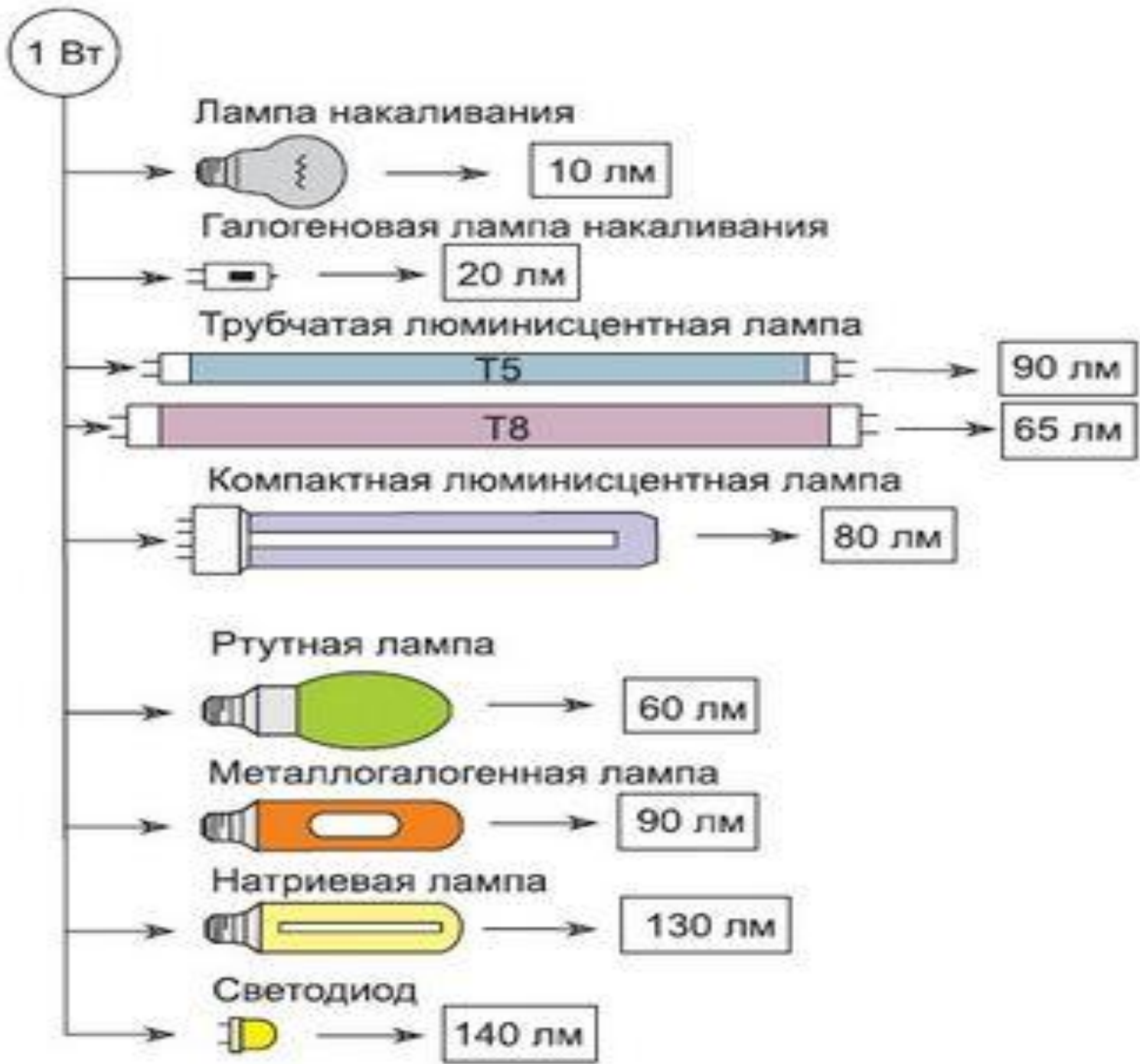
# 303

ЛЮМЕНА НА ВАТТ



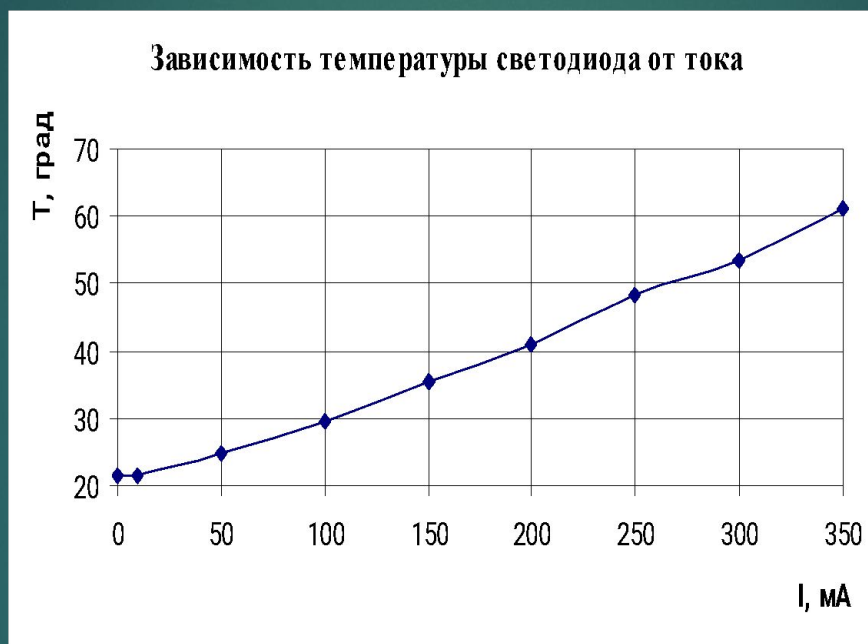
**CREE** 





# Температурная шкала

30



# Спрос на светодиоды различного назначения (млн. шт .)

31

Применение	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Подсветка для ноутбуков компьютеров	127	532	3503	6 230	8 193	8 873
Подсветка для настольных мониторов	0	5	145	585	1 032	1 789
Подсветка для ЖК телевизоров	16	150	1 461	4 890	10 525	15 102
Подсветка для других больших панелей, в том числе и промышленных	4	189	475	701	879	1 114
Подсветка для малых и средних ЖКД	6 662	7 253	6 046	6 768	7 059	7 244
Всего для подсветки	6 809	8 129	11 630	19 174	27 688	34 122

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Сигнальные индикаторы	1 512	2 125	2 582	2 925	3 302	4 991
Автомобильные индикаторы	3 665	4 587	5 371	6 213	7 582	10 681
Освещение	3 606	4 755	6 148	7 919	10 679	14 882
Другие	44 314	40 245	38 491	46 716	51 504	77 854
Всего	68 662	70 788	75 806	95 887	117 564	167 011



# Лидеры производства светодиодов

33

<b>Nichia Chemical, Япония</b>	Производство чипов.
<b>Agilent Technologies, США</b>	Разработка сверхъярких светодиодов
<b>Lumileds Lighting, США</b>	Разработка и производство сверхъярких светодиодов с повышенным током накачки, светодиодных сборок и модулей очень высокой яркости, а также светодиодных элементов и систем подсветки ЖКД.
<b>Osram Optosemiconductors, Германия</b>	Разработка и производство сверхъярких светодиодов.

## Другие важные производители светодиодов и чипов:

- Cree,
- Kingbright Electronics,
- Ligitek Electronics,
- Para Light Electronics Co.,
- GEL Core,
- Vishay Semiconductors.

# Поставщики светодиодов для подсветок ЖКД

- ❖ Nichia,
- ❖ Toyota Gosei,
- ❖ Samsung LED,
- ❖ Stanley,
- ❖ Citizen,
- ❖ Showa Denko,
- ❖ Seoul Semiconductor,
- ❖ OSRAM.

## Разработки низкой стоимости

- Lite-On,
- Chi-Mei Lighting,
- Lighthouse,
- Everlight

# Получение “белого” света.

- ▶ нанесение люминофора на излучающий кристалл коротковолнового светодиода
- ▶ лампы накаливания
- ▶ ртутные люминесцентные лампы
- ▶ смешивание излучения цветных светодиодов по RGB
- ▶ использование органических светодиодов

## Как сделать уличное освещение в России с помощью светодиодов почти бесплатным

Автономные системы уличного освещения со светодиодами работают по принципу генерации и накопления солнечной или ветряной электроэнергии. С наступлением вечера системы освещения автоматически включаются, а утром выключаются.





# Конструкция светодиода

37

