

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Инжекционные полупроводниковые лазеры

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ПО КУРСУ «КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

выполнила студентка 654а группы ФЭФМ

Карпова Татьяна Кирилловна

Долгопрудный, 2019 г.

1 Цели работы

1. Исследование ватт-амперных характеристик излучения инжекционных полупроводниковых лазеров (ИПЛ) и светодиодов (LED).
2. Исследование спектральных характеристик инжекционных полупроводниковых лазеров и светодиодов.

2 В работе используются:

- Лазерный полупроводниковый диод
- Красный, синий и зеленые светодиоды
- Источник питания
- Фотоприемники
- Монохроматор
- Мультиметры

3 Исследование ватт-амперных характеристик

На рисунках 1-4 представлены зависимости тока фотоприёмника (пропорционального оптической мощности) от мощности накачки для полупроводникового лазера (рис. 1), красного (рис. 2), зелёного (рис. 3) и синего (рис. 4) светодиодов.

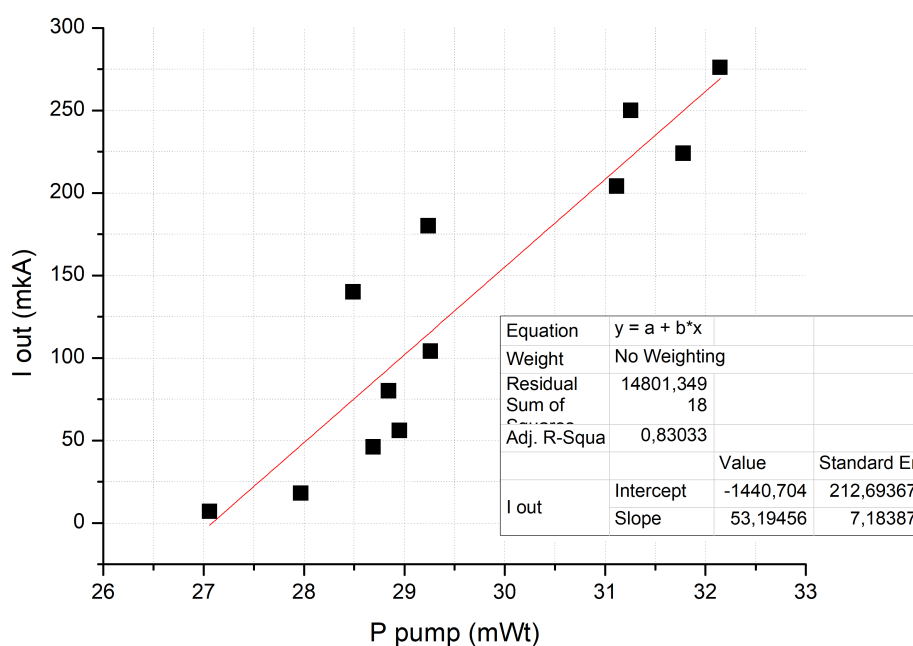


Рис. 1: Зависимость тока фотоприёмника от мощности накачки (инжекционный полупроводниковый лазер)

Угол наклона прямого участка ватт-амперной характеристики источника излучения характеризует коэффициент полезного действия этого источника. Таким образом, можно сделать вывод, что КПД инжекционного полупроводникового лазера на два порядка превосходит КПД полупроводниковых светодиодов. Также по графику ватт-амперной характеристики инжекционного полупроводникового лазера можно оценить его пороговую мощность накачки: $P_{threshold} = 26.6 \text{ mWt}$.

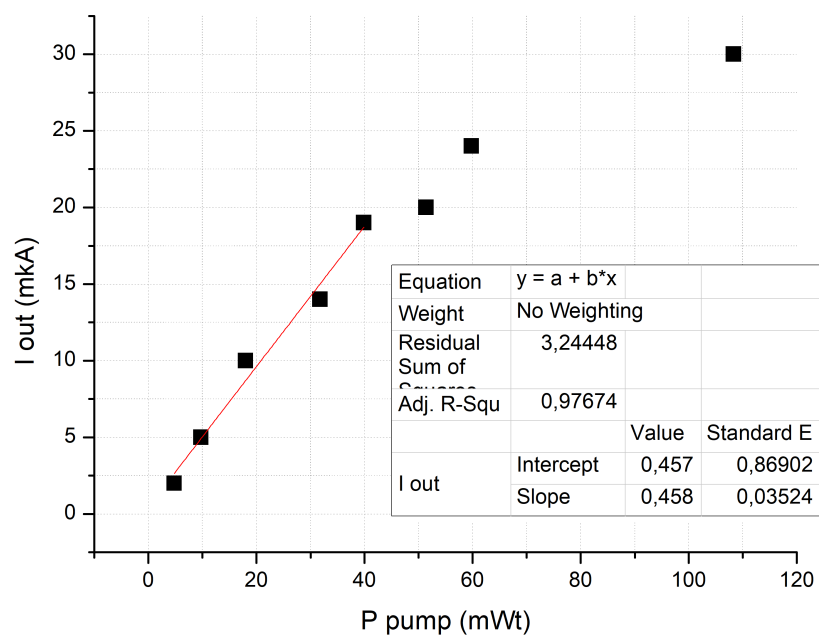


Рис. 2: Зависимость тока фотоприёмника от мощности накачки (красный светодиод)

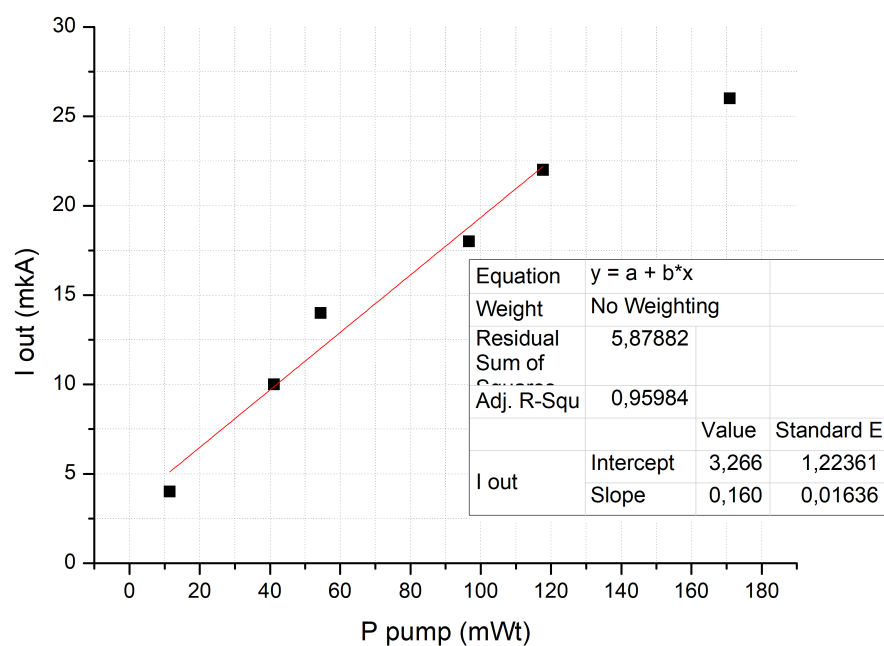


Рис. 3: Зависимость тока фотоприёмника от мощности накачки (зелёный светодиод)

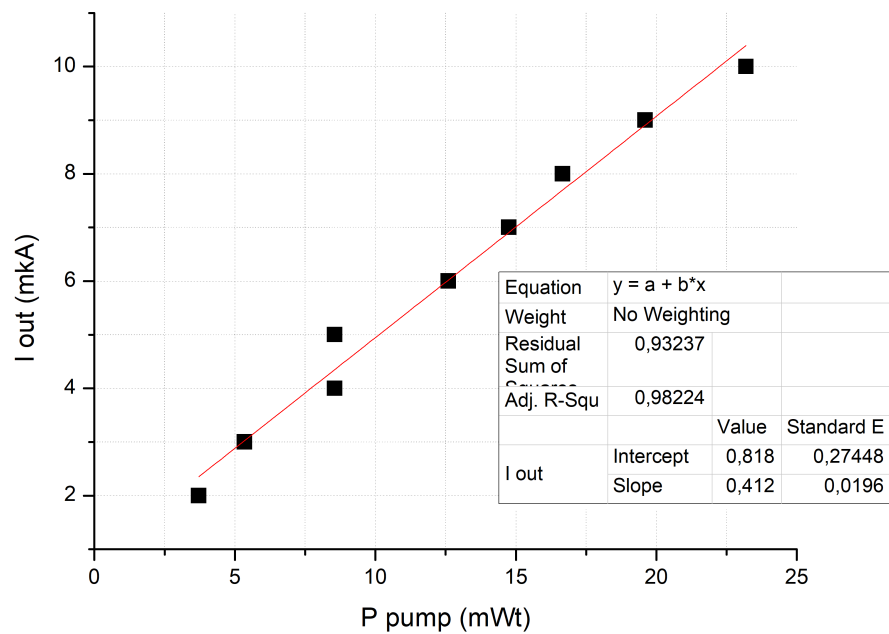


Рис. 4: Зависимость тока фотоприёмника от мощности накачки (синий светодиод)

Таблица 1: Углы наклона линейных участков графиков ватт-амперных характеристик исследуемых источников излучения

Источник излучения	Угол наклона прямого участка ватт-амперной характеристики, A/Wt
Полупроводниковый лазер	$53.2 \cdot 10^{-3}$
Красный светодиод	$0.46 \cdot 10^{-3}$
Зелёный светодиод	$0.16 \cdot 10^{-3}$
Синий светодиод	$0.41 \cdot 10^{-3}$

4 Исследование спектральных характеристик

На рисунках 5-8 представлены спектральные характеристики инжекционного полупроводникового диода (рис. 5), красного светодиода (рис. 6), зелёного светодиода (рис. 7), синего светодиода (рис. 8). Для инжекционного полупроводникового диода и красного полупроводникового светодиода спектральные характеристики измерены при разных мощностях накачки.

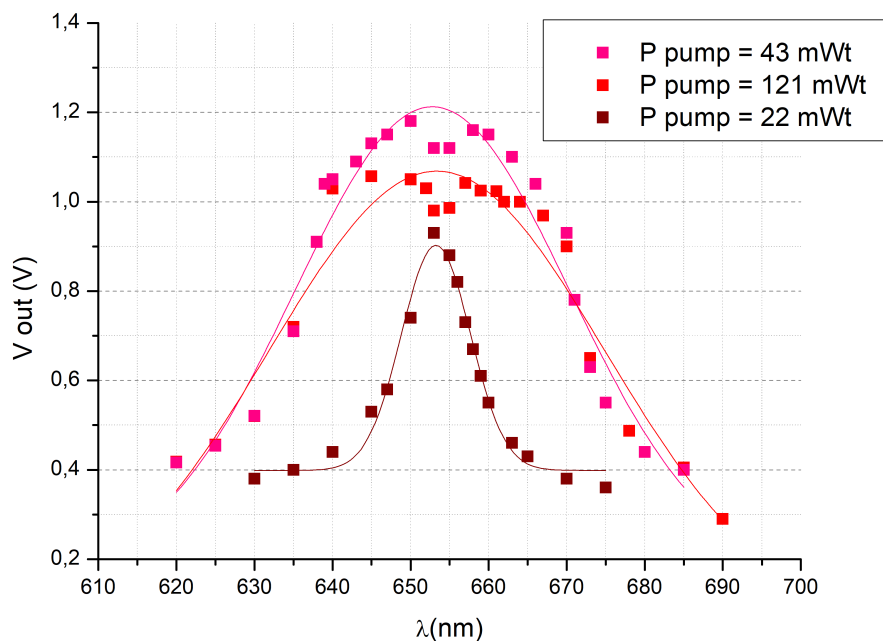


Рис. 5: Спектральная характеристика инжекционного полупроводникового лазера для разных мощностей накачки

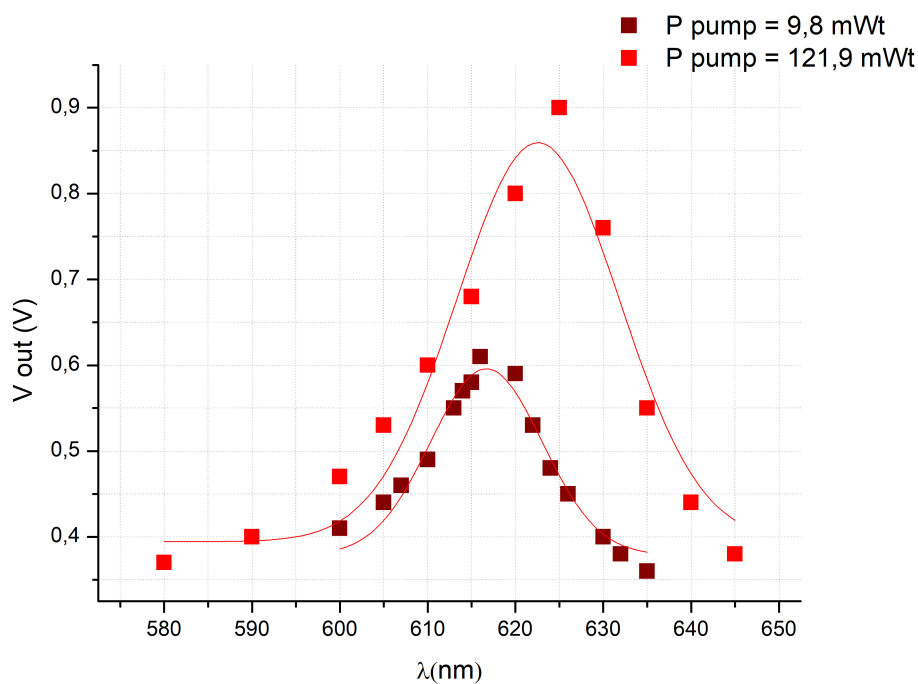


Рис. 6: Спектральная характеристика красного светодиода для разных мощностей накачки

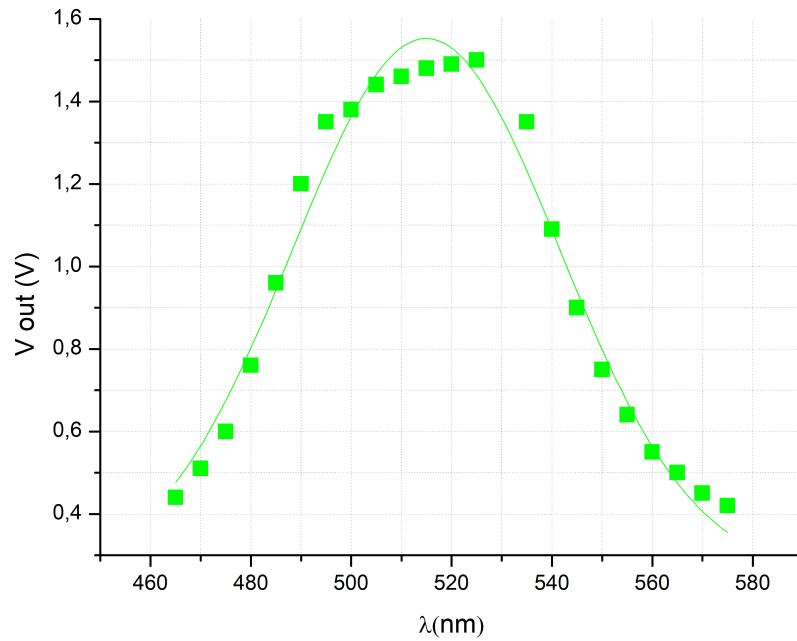


Рис. 7: Спектральная характеристика зелёного светодиода, мощность накачки 9.8 mWt

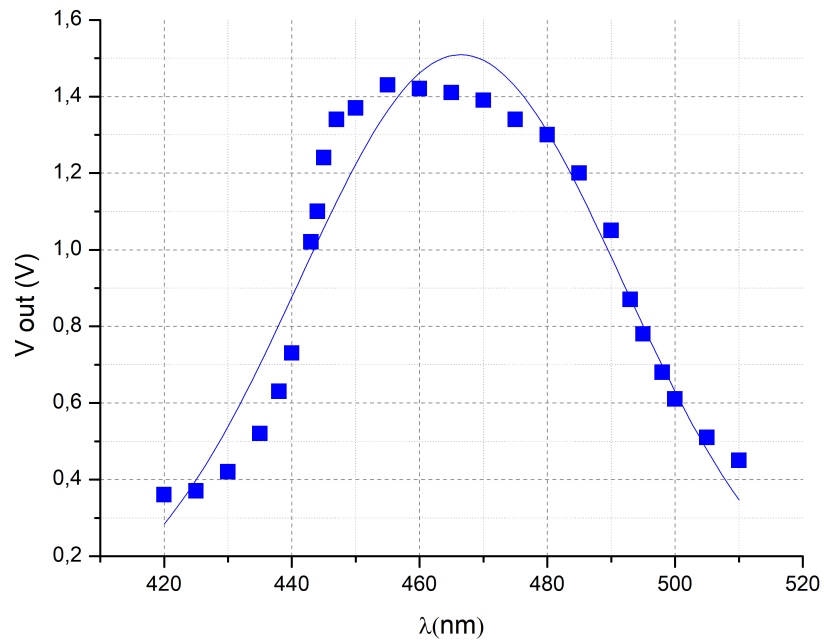


Рис. 8: Спектральная характеристика синего светодиода, мощность накачки 9.8 mWt

Для разных источников и излучения и разных мощностей накачки характерная ширина спектра (FWHM, full width at half maximum, $\Delta\lambda$) оказалась различной. Также для разных мощностей накачки различаются длины волн, где интенсивность излучения максимальна (λ_m). Занесём эти значения в таблицу 2.

Анализируя полученные данные, можно заметить, что длина волны инжекционного полупроводникового лазера, в отличие от светодиода, мало зависит от мощности накачки. Также у полупроводникового лазера меньшая характерная ширина спектра при малых мощностях накачки.

Таблица 2: Параметры спектральных характеристик различных источников излучения

Источник излучения	P_{pump} , mWt	λ_m , nm	$\Delta\lambda$, nm
Полупроводниковый лазер	22	653.25	9.06
	43	652.79	29.41
	121	653.37	33.26
Красный светодиод	121	622.57	17.23
	9.8	616.68	11.05
Зелёный светодиод	9.8	514.94	51.88
Синий светодиод	9.8	466.44	41.47

5 Вывод

В ходе работы были измерены ватт-амперные характеристики (зависимость тока на фотоприёмнике от мощности накачки) для инжекционного полупроводникового лазера (длина волны 653 нм) и полупроводниковых светодиодов (красного, зелёного, синего). По углам наклона линейных участков ватт-амперных характеристик было установлено, что КПД инжекционного полупроводникового лазера на два порядка превышает КПД полупроводниковых светодиодов ($5 \cdot 10^{-2}$ А/Вт против $5 \cdot 10^{-4}$ А/Вт). Также была оценена пороговая мощность накачки полупроводникового лазера: $P_{threshold} = 26.6$ mWt.

Также были исследованы спектральные характеристики этих источников. Было обнаружено, что длина волны, на которой интенсивность излучения максимальна, у полупроводникового лазера практически не зависит от мощности накачки (в отличие от красного полупроводникового светодиода). Также были определены характерные ширины спектральных линий полупроводникового лазера и светодиодов; при малых мощностях накачки у лазера она оказалась меньшей.