

Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского  
Радиофизический факультет

# Исследование характеристик КЖЛ

Выполнил: студент 1 курса магистратуры  
радиофизического факультета  
Седов К.Ю.

Научный руководитель:  
к.ф.-м.н. Черняева М.Б.  
Анфертьев В.А

# Актуальность

В окнах прозрачности атмосферы в среднем ИК диапазоне 3 - 5 и 8 – 13 мкм ККЛ могут работать при комнатной температуре как в импульсном, так и в непрерывном режимах и демонстрируют ваттные уровни мощности, что открывает возможности применения ККЛ для целей газовой спектроскопии, мониторинга окружающей среды, высокоскоростных оптических систем связи. Несомненным преимуществом ККЛ, излучающих в среднем ИК диапазоне по сравнению с лазерными диодами ближнего ИК диапазона, является существенно меньший (на 3-4 порядка) коэффициент рэлеевского рассеяния (обратно пропорциональный длине волны в четвертой степени), что является определяющим для передачи информации через атмосферу в т.ч. в условиях тумана или задымления.

Эти преимущества ККЛ могут быть применены для выполнения поставленных целей при их дальнейшем использовании в различных областях науки и техники.

# Цель работы

Исследование характеристик ККЛ для дальнейшего использования его в качестве источника излучения для создания макетов канала оптической связи инфракрасного (ИК) спектрометра для газового анализа на основе ККЛ среднего ИК-диапазона

# Что такое ККЛ?

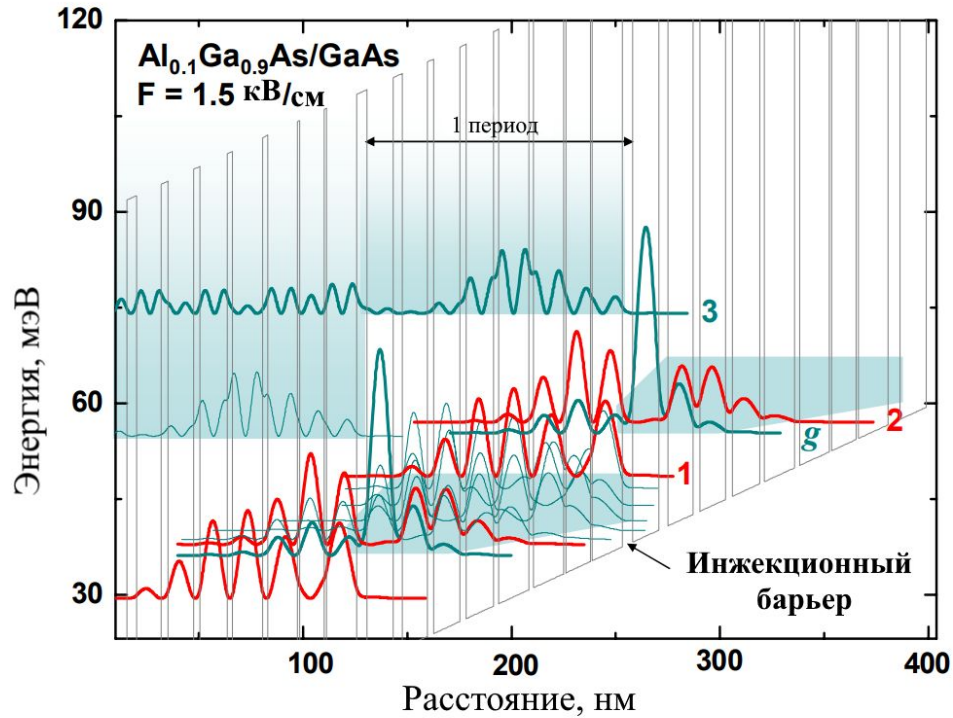


Рис.1. Зонная диаграмма

Chris Worrall, Jesse Alton, Mark Houghton, Stefano Barbieri .  
Continuous wave operation of a superlattice quantum cascade  
laser emitting at 2 THz. // OPTICS EXPRESS 2006/ Vol. 14 No. 1/ page 4

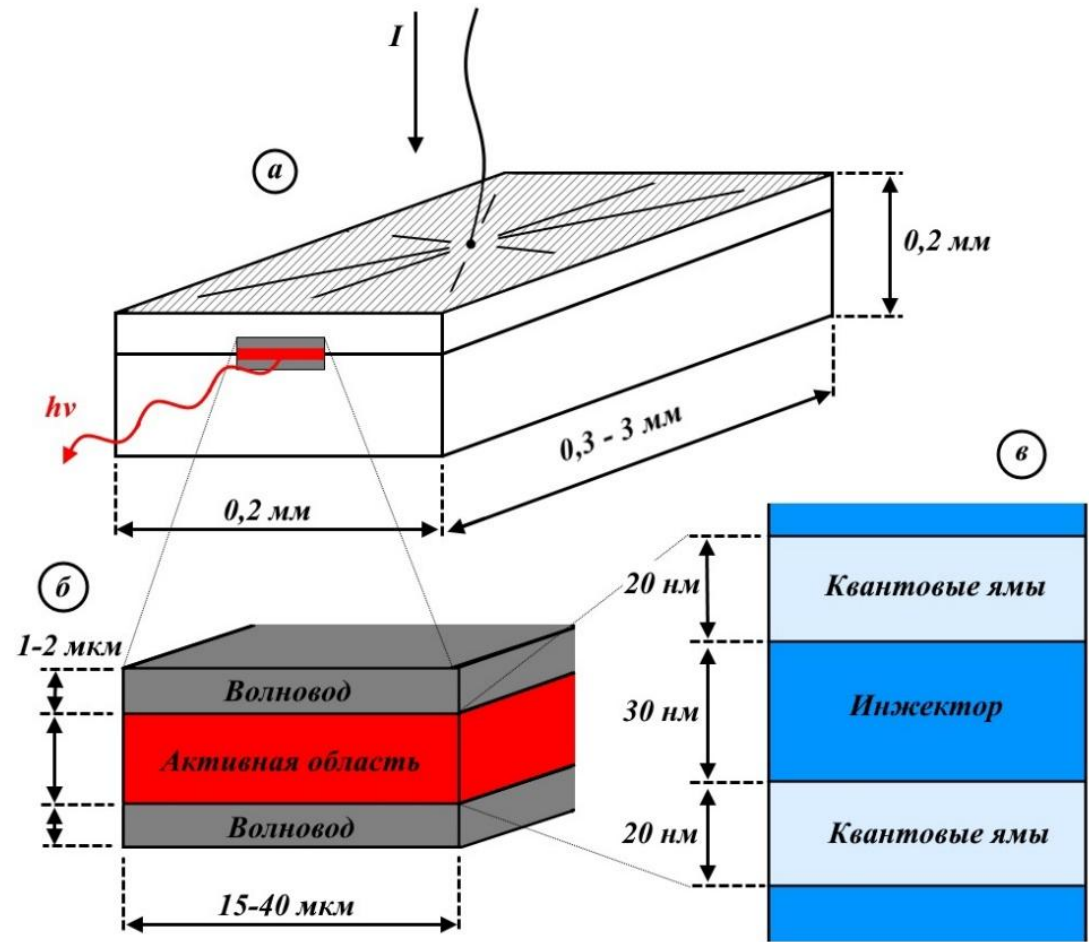


Рис.2. Типичная конструкция плоского ККЛ с указанием характерных размеров активного элемента (а), активной области (б), элементов гетероструктуры (каскада) (в)

И. И. Засавицкий. XII Всеросс. молодежная конкурс-конференция по оптике и лазерной физике, 12—16 ноября 2014 г., Самара (2014): <http://www.muchared.ru/slide/068706>

# Характеристики лазеров

- Длина волны генерации  $\sim 8$  мкм (37,5 ТГц)
- Рабочая температура – комнатная
- Использовалась конструкция с двухфононным резонансным рассеянием носителей заряда
- Зеркала лазеров формировались скалыванием.
- Отражающее и антиотражающее покрытия на сколотые грани лазера не наносились.
- При измерениях медный теплоотвод охлаждался элементом Пельтье.



Рис.3. ККЛ на подложке

# Измерение временных характеристик лазера

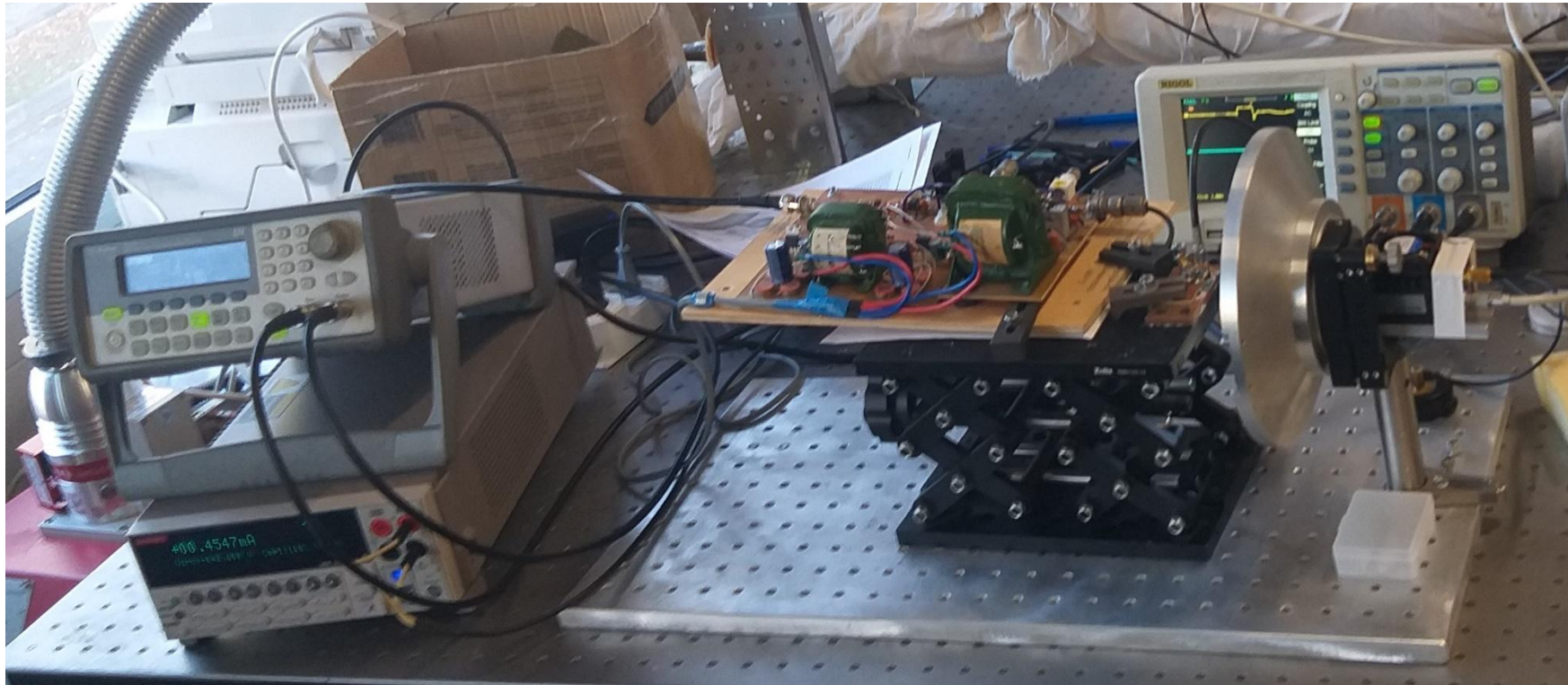


Рис.4 Установка для измерения временных характеристик излучения ККЛ

# Измерение временных характеристик лазера

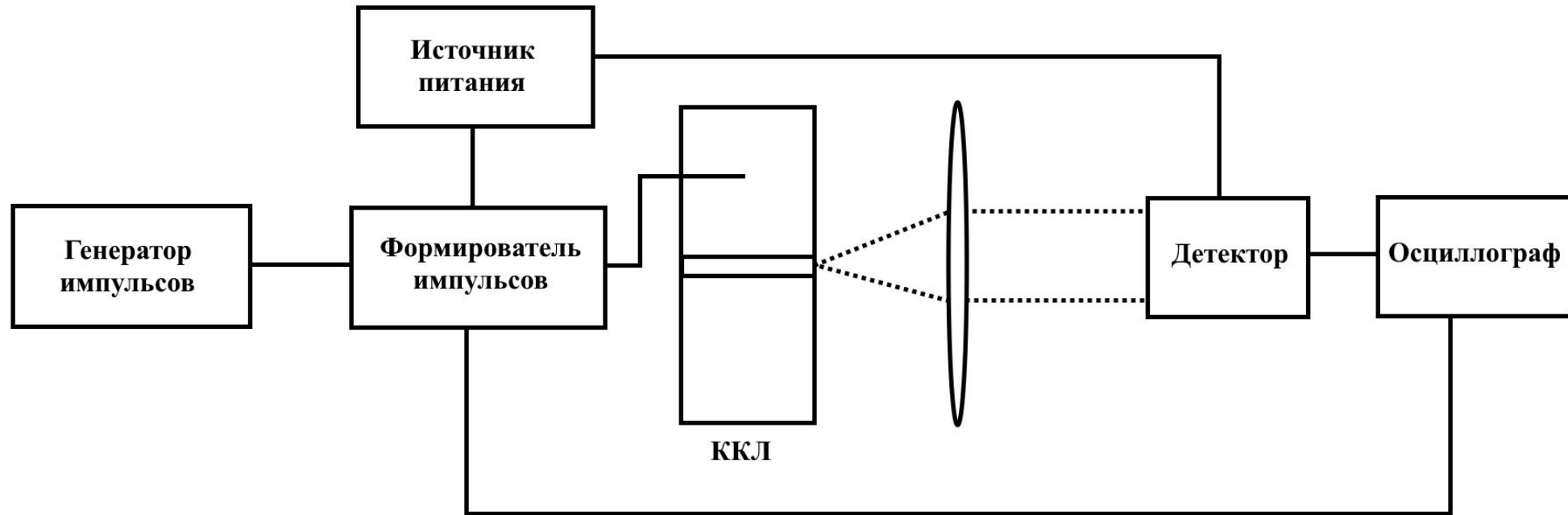


Рис.5 Блок-Схема установки для измерения временных характеристик излучения ККЛ



# Измерение временных характеристик лазера

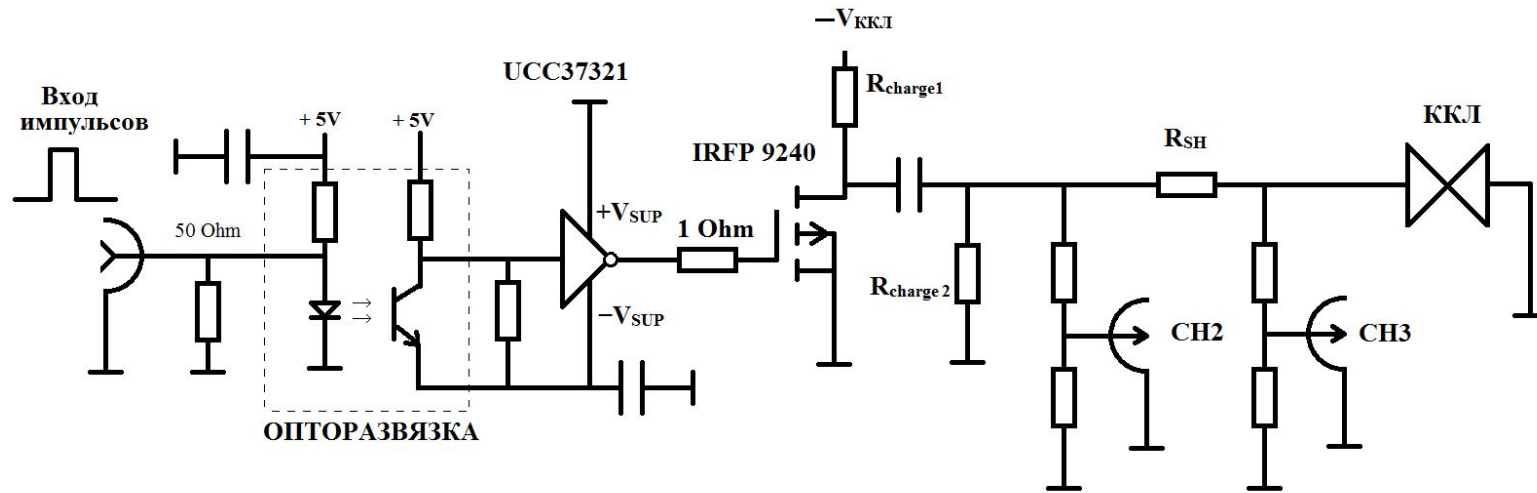
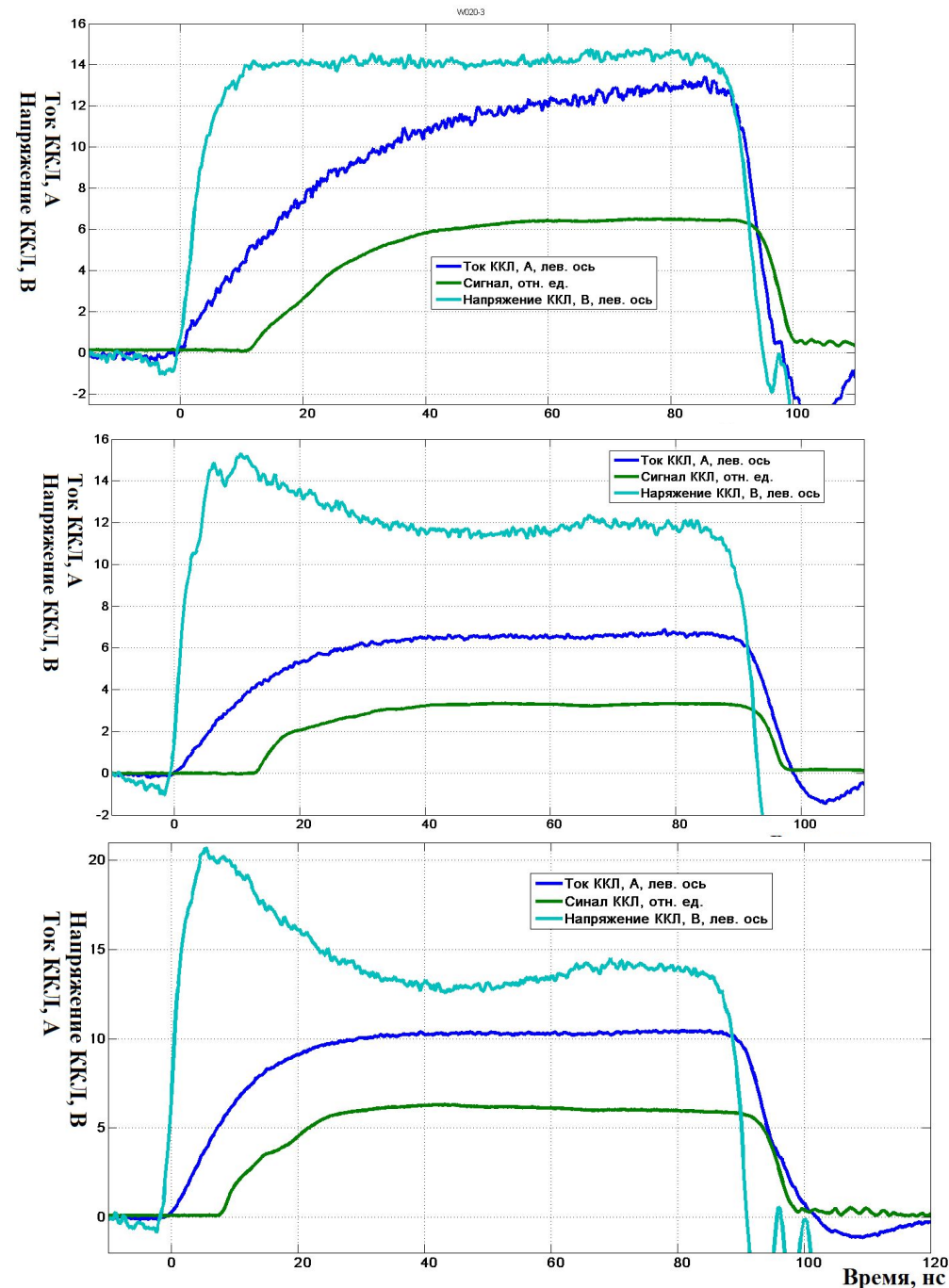


Рис.6 Фотография и схема формирователя импульсов



# Результаты

На осциллограммах показаны зависимости при значениях  $R_{sh}$  равных 3.4 Ом, 10.4 Ом, 13.9 Ом соответственно. Видно, что полученное время включения лазера составляет единицы нс.



# Исследование спектров излучения ИК лазера методом фурье-спектроскопии.

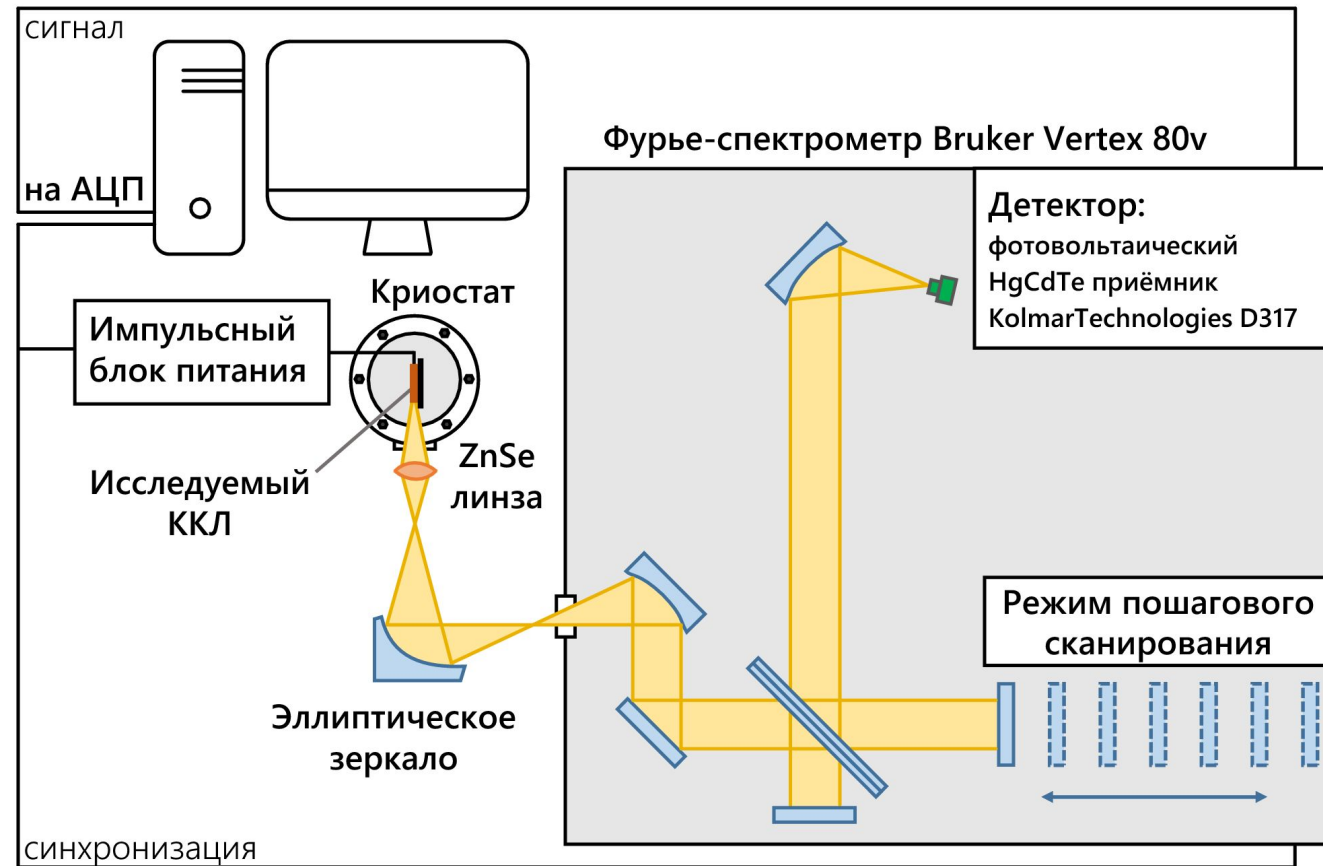


Рис.7 Фотография и схема формирователя импульсов

# Выводы

В работе представлены результаты измерения временных характеристик ИК ККЛ, генерирующего излучение вблизи 8 мкм. Выявлена зависимость времени, за которое принимаемый сигнал выходит на рабочий уровень, от времени включения лазера, связанная с изменением сопротивления  $R_{SH}$ . Достигнут результат до времен включения порядка единиц нс.