

# Фотодинамическая терапия

Подготовила студентка 202 гр. Капустина П.А.

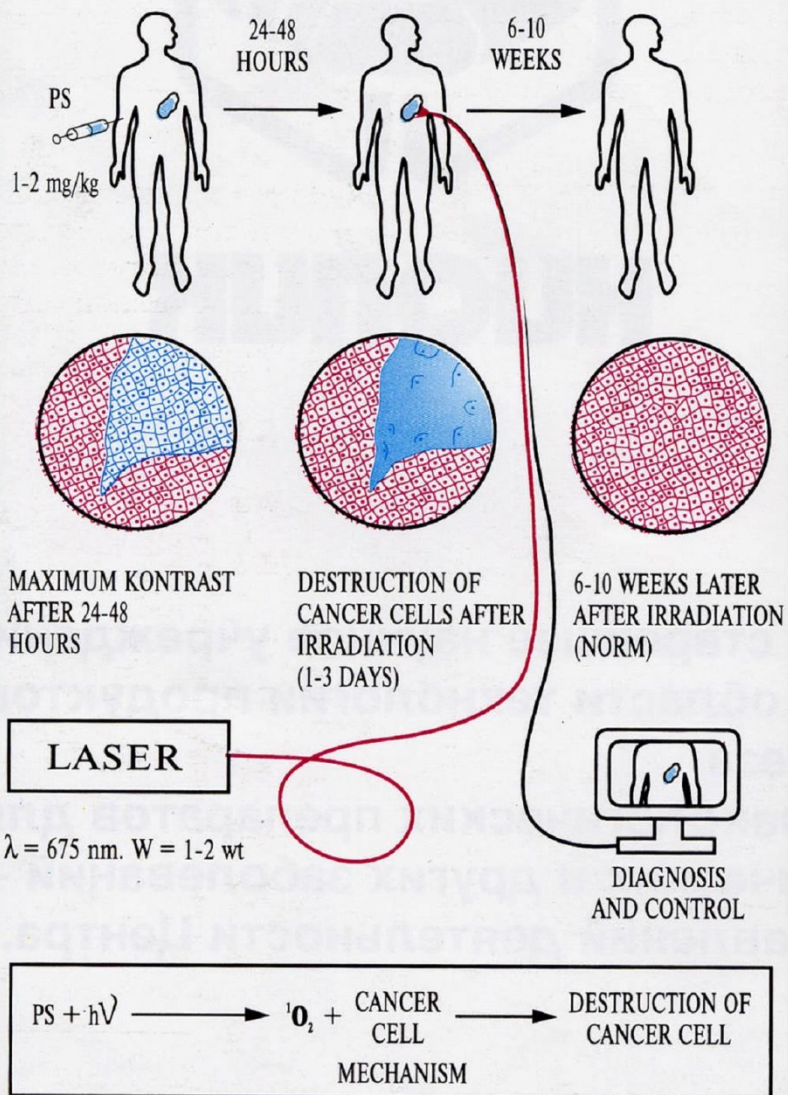
# Фотодинамическая терапия (ФДТ)

---

- метод лечения с помощью фотосенсибилизаторов и низкоинтенсивного терапевтического лазерного излучения с определенной длиной волны, соответствующей пику поглощения фотосенсибилизатора.



## PHOTODYNAMIC CANCER THERAPY WITH USAGE «PHOTOSENSE» (PS)



- **Лазерное излучение приводит к развитию фотохимической реакции с последующей резорбцией опухоли и постепенным замещением ее соединительной тканью.**
  - Цитотоксический эффект зависит от концентрации фотосенсибилизатора и глубины проникновения света в ткани опухоли.
  - Фотосенсибилизатор наиболее активно накапливается на цитоплазматической мембране, **в органеллах клетки:**
  - **Митохондриях** – инактивация митохондриальных ферментов
  - **Лизосомы** - утечка гидролитических энзимов.
  - **Ядро** - повреждение ДНК
  - В выработке медиаторов воспаления и цитокинов, таких как **проstagландины, лимфокины и тромбоксаны**
- ↓
- ↓
- ГИПОКСИЯ**

**гибель опухолевых клеток**

# Клиническое применение

---

## Показания

- Больные ранними формами рака трахеобронхиального дерева, пищевода и желудка при высоком риске оперативного вмешательства или невозможности его выполнения по иным причинам;
- Распространенные нерезектабельные стенозирующие опухоли дыхательных путей, пищевода, кардиального отдела желудка, толстой и прямой кишки

## Противопоказания

- Наследственная или приобретенная порфирией
  - При повышенной кожной фоточувствительности,
  - При тяжелых поражениях печени и почек
  - Распад опухоли с образованием фистул,
  - Вовлечения в опухолевый процесс крупных сосудов
- 



# Общие положения проведения ФДТ (1/2)

---

1. Максимум излучения на длине волны **630 нм**;  
Полуширина линии полосы поглощения излучения не более **30 нм**.
  2. Плотность мощности светового излучения при ФТД опухолей внутренних локализаций - в пределах **100-200 Вт/см<sup>2</sup>**
  3. Плотность энергии при ФТД опухолей наружных локализаций – **200-600 Дж/см<sup>2</sup>**.
  4. Не допускается проведение ФДТ при неоднородности плотности мощности излучения, отличающейся от среднего значения более чем на **20% (в противном случае – диафрагмирование!)**
- 



# Общие положения проведения ФДТ (2/2)

---

5. Длительность излучения определяется по формуле:

$$T = E_s / P_s$$

$$P_s = P_b / S$$

Где  $T$  – время (сек),  $E_s$  – требуемая плотность световой энергии,  $P_s$  – плотность мощности светового излучения,  $P_b$  – мощность лазерного излучения на выходе световода,  $S$  – площадь светового пятна

6. Выходная мощность излучения светового источника контролируется по встроенному прибору – **дозиметру** или внешним измерителям мощности **до, после и однократно в процессе каждого облучения.**
7. Контроль распределения плотности мощности по облучаемой поверхности производится после каждой юстировки световода и после смены оптического волокна.
- 

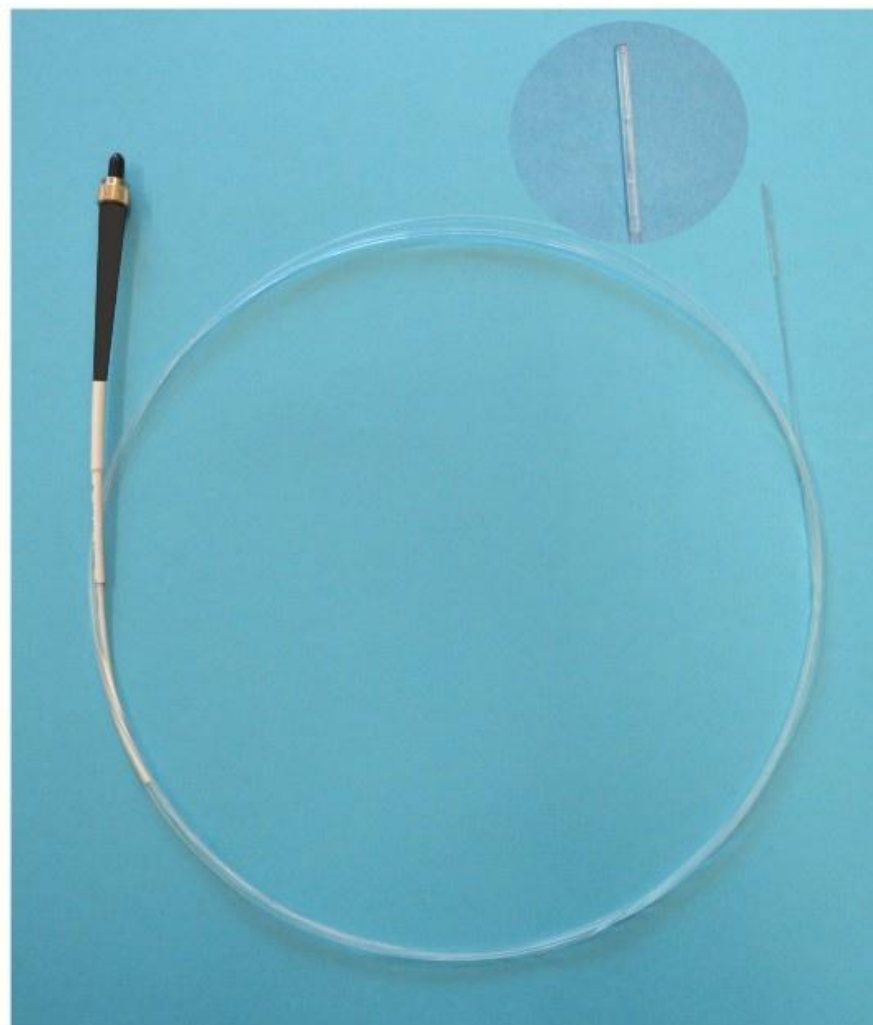


# Лазерное облучение при ФДТ

---

- Лазерное облучение доставляется с помощью гибкого оптоволоконного провода.
  - **Поверхностное облучение** – при лечении поверхностно-распространенных опухолей небольших размеров
  - **Внутриопухолевое облучение** с внедрением в ткань специально сконструированного диффузора.
  - **Смешанное облучение**, т. е. последовательно или одновременно – при лечении распространенных (экзофитных) опухолей.
- 





Световод диффузионного типа



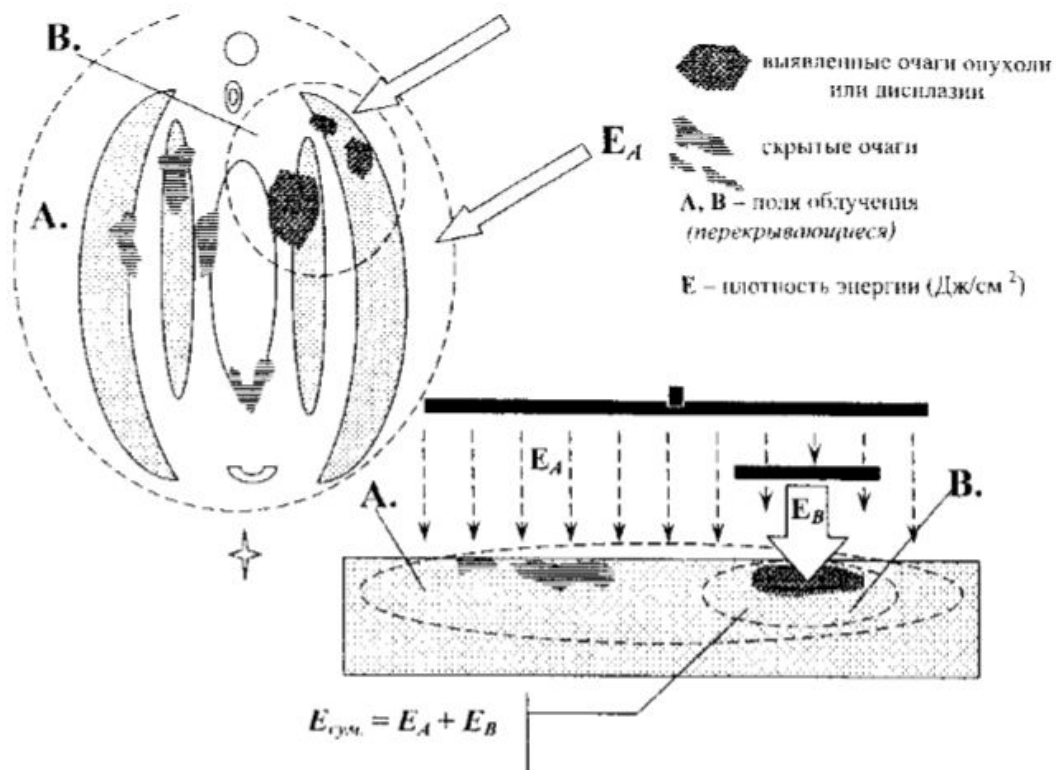


Рис. Схема проведения ФДТ.

Лазерное облучение проводится **дистанционно, перпендикулярно облучаемой поверхности.**

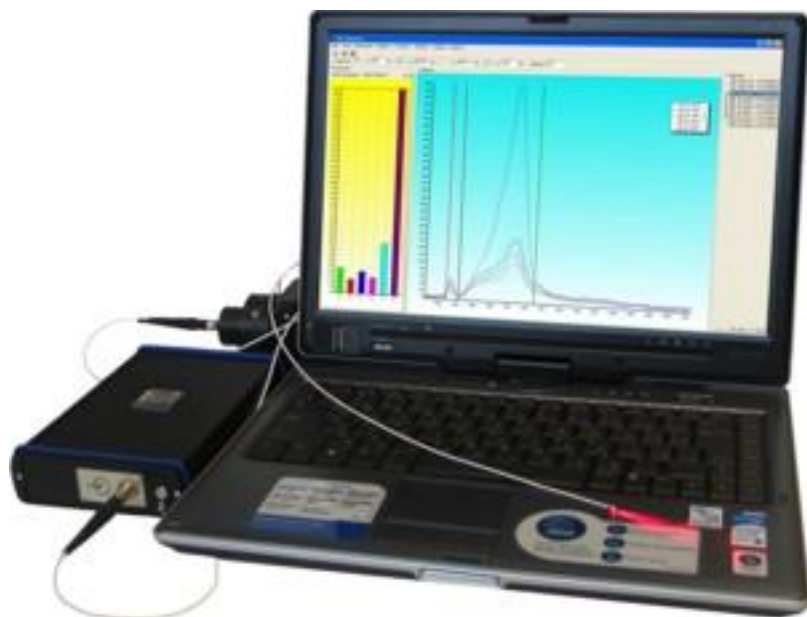
Световое воздействие осуществляется на зону выявленной опухоли отдельным полем и дополнительно на всю поверхность органа в течение одного сеанса ФДТ.

При этом подводимая световая энергия с перекрывающихся полей на один очаг **суммируется.**

Граница поля облучения должна превышать границу видимой опухоли на **0,5 - 1,0 см.**

# Флуоресцентная спектроскометрия

---



ЛЭСА-300 («Биоспек»)



СФ-2000 («ОКБ  
СПЕКТР»)



# Эффективность ФДТ

---

Оценивается по данным цитологического и (или) гистологического исследования по принятой классификации:

1. **ПР - полная регрессия опухоли**, подтвержденная морфологически,
  2. **ЧР - частичная регрессия** - уменьшение размера опухоли на 50% и более,
  3. **Ст - стабилизация** - уменьшение размера опухоли менее чем на 50%,
  4. **Прог. - прогрессирование** - отсутствие реакции опухоли на фотодинамическую терапию, увеличение размера опухоли.
- 



# Лазерные системы

---

Для возбуждения производных гематопорфиринов и других фотосенсибилизаторов при проведении фотодинамической терапии используются различные **лазерные системы**:

- лазер на красителях с накачкой аргоновым лазером
- лазер на парах золота
- лазер на красителях с накачкой лазером на парах меди
- лазер на красителях с накачкой эксимерным лазером
- твердотельные лазеры с удвоенной частотой излучения.

В настоящее время очевидными преимуществами в качестве источника лазерного излучения при проведении ФДТ обладают установки на основе

▶ **лазерного диода.**

Комплекс лазерный (для ФДТ ротовой полости) включает в свой состав:

---

□ Источник лазерного излучения

- модуль лазерный хирургический
- модуль лазерный фотодинамический

□ Систему визуализации фотохимической реакции

- визуализация распределения интенсивности флуоресценции облучаемой ткани

□ Систему регистрации оптического излучения,

- визуализация распределения оптической плотности ткани на длине волны 780 нм;

□ **Персональный компьютер (ноутбук) с установленным программным обеспечением.**

---



# Источник лазерного излучения комплекса

---

- ❑ **Блок питания, формирующий требуемые напряжения**
- ❑ **Источник тока, питающий лазерные модули**
- ❑ **Система термостабилизации внутренних узлов прибора**

Представляет собой следящую систему на основе ПИД-регулятора, поддерживающую фиксированную температуру излучателей лазерных модулей.

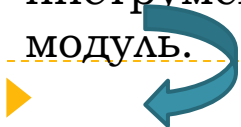
- ❑ **Пирометрический датчик температуры;**

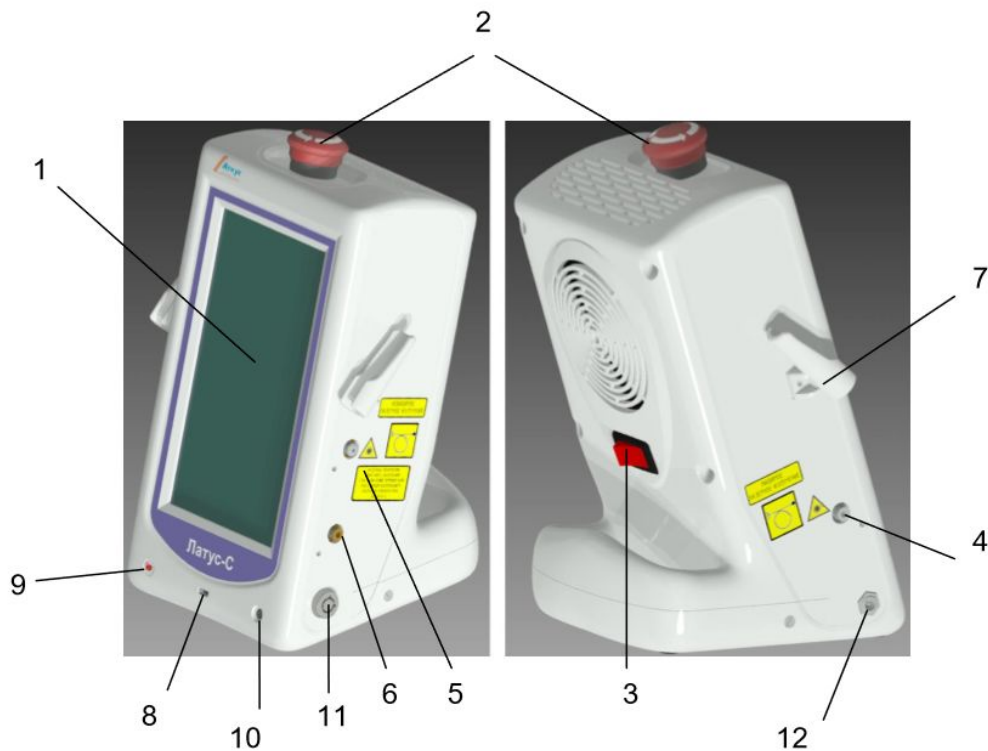
Осуществление обратной связи

- ❑ **Микроконтроллерный управляющий узел.**

Управляющий микроконтроллер формирует требуемую величину оптического излучения или температуры на выходе волоконного инструмента путем регулировки тока, протекающего через лазерный модуль.

---





1 – сенсорный экран

2 – кнопка аварийного отключения

3 – кнопка включения питания

4 – оптический выход фотодинамического канала

5 – оптический выход хирургического канала

6 – оптический вход для контроля температуры

7 – держатель волоконного инструмента

8 – разъем USB

9 – индикатор работы

10 – разъем педали

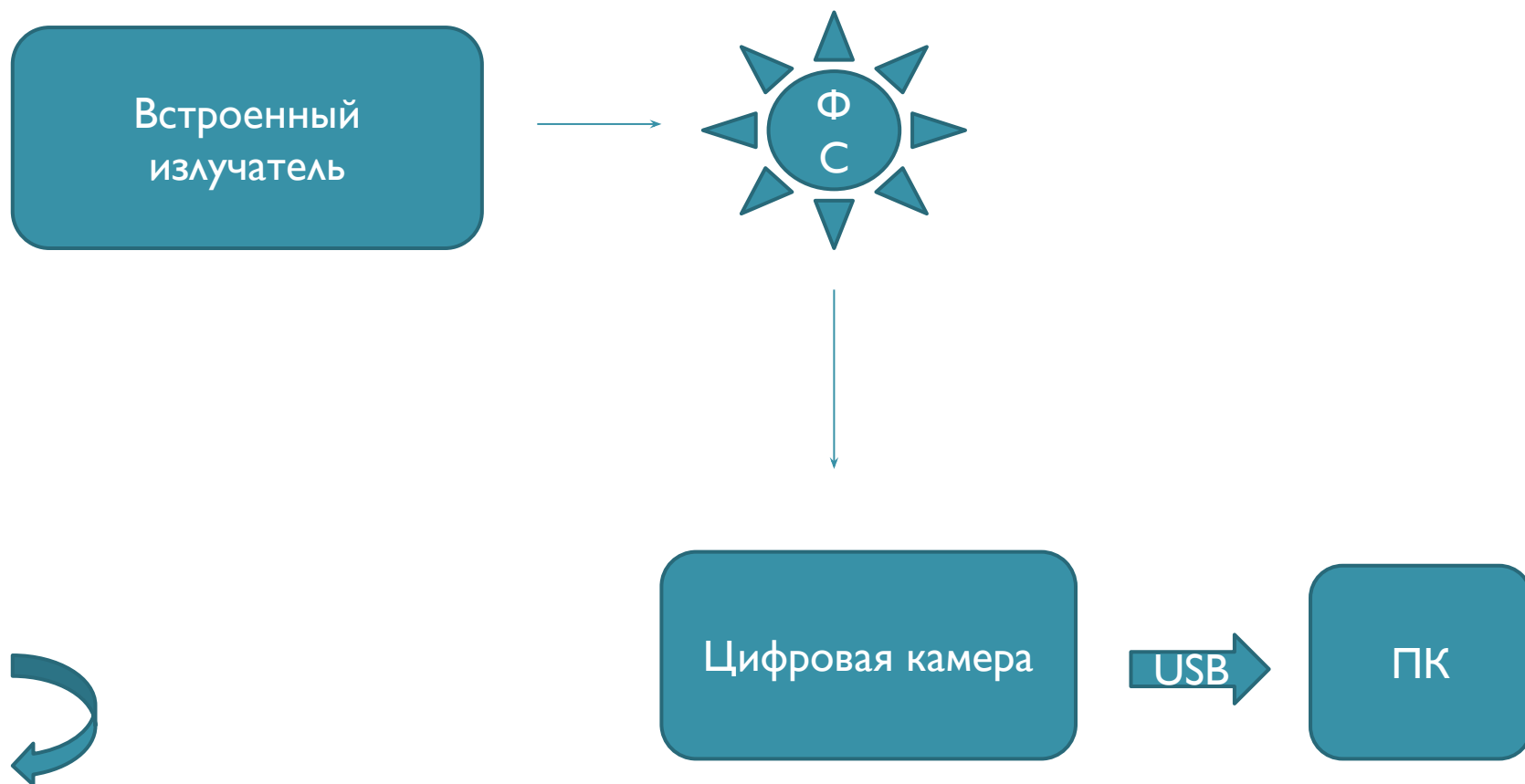
11 – замок блокировки

12 – разъем питания.



# Система визуализации фотохимической реакции

- цифровая камера с лазерным излучателем с длиной волны 405 нм

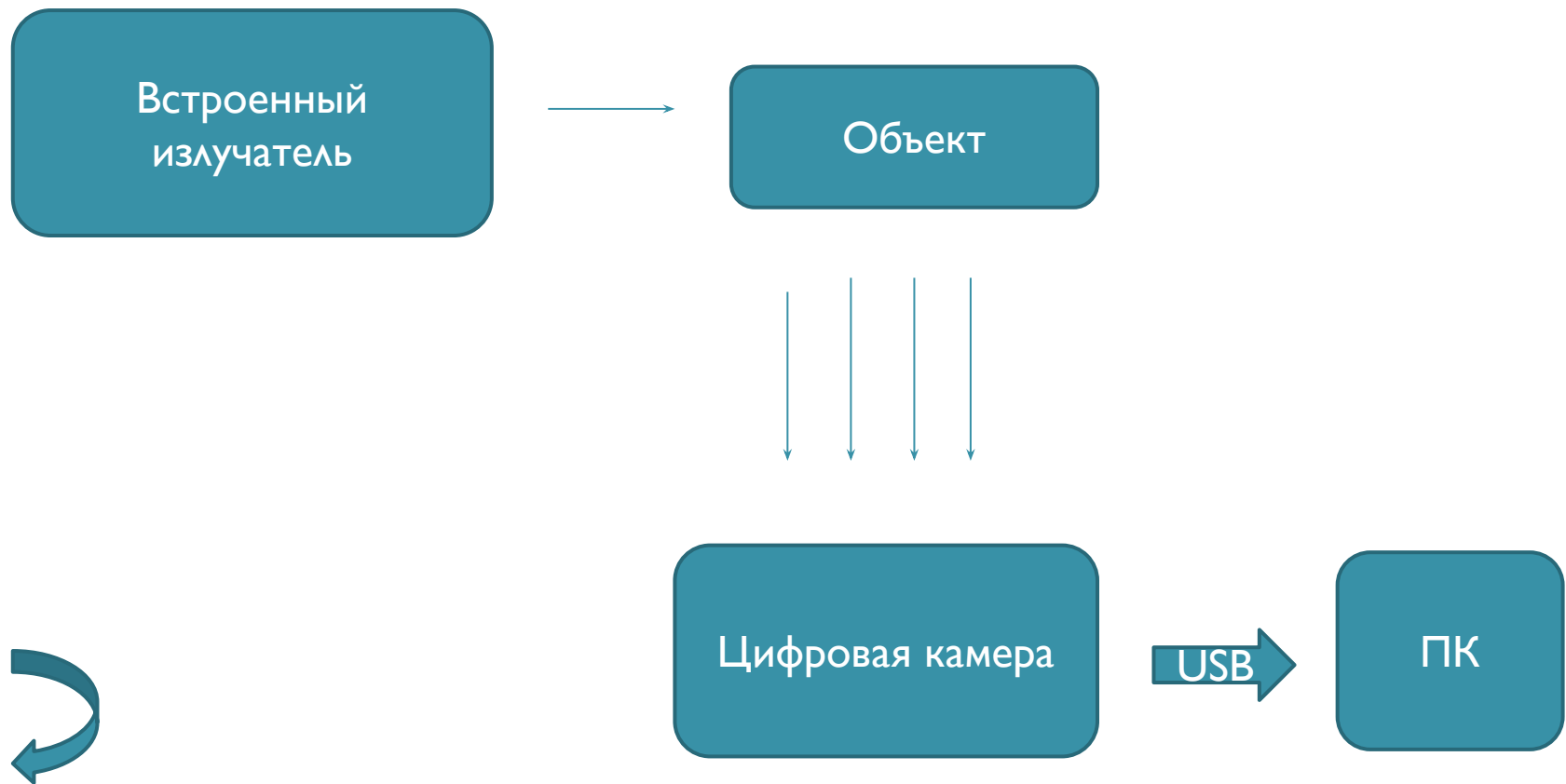




# Система регистрации оптического излучения

---

- цифровая камера с лазерным излучателем с длиной волны 780нм



# ЛД-2000 (Фирма «Биоспек»)



- Лазерная диодная установка
- Длина волны излучения лазерной установки 670 нм (оптимальна при проведении ФДТ с использованием препарата фотосенс).
- Максимальная мощность излучения 2 Вт на выходе оптического разъема
- Позволяет контролировать мощность излучения, задавать требуемое время облучения.
- Для доставки лазерного излучения к опухоли при проведении ФДТ могут использоваться кварцевые моноволоконные световоды с микролинзой на выходе световода.

# Аппарат "АЛОД-01" для фотодинамической терапии

---

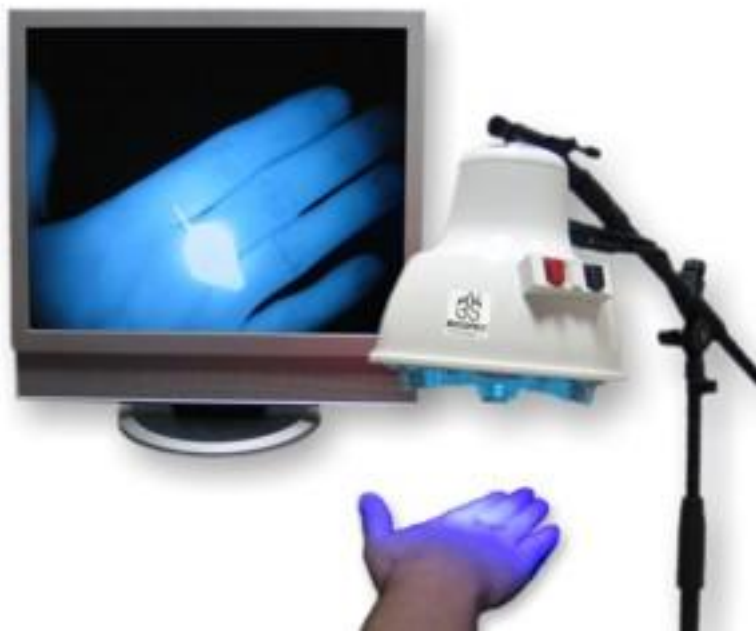


- Длина волны излучения: 662 нм
  - Мощность излучения: 0.4, 2, 3, 5 Вт (плавная регулировка)
  - Экран "тач скрин" (совмещение графического дисплея с пультом управления) - упрощает управление аппаратом
  - Использование как в условиях операционной, так и при проведении амбулаторных операций.
  - Использование аппарата в комплексе с эндоскопической техникой или набором специального инструмента.
  - Длительный срок эксплуатации без сервисного обслуживания, ресурс работы лазера более 5000 часов.
  - Воздушное охлаждение.
- 



# УСТРОЙСТВО СВЕТОДИОДНОЕ ВИДЕОФЛЮОРЕСЦЕНТНОЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДИАГНОСТИКИ И ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ

---



- Оптическая мощность не менее 1500 мВт
  - Равномерное распределение излучения
  - Встроенная видеокамера
  - Возможность флюоресцентного мониторинга
  - Низкая стоимость
- 



---

Спасибо за внимание!

---

