

## Обзор абляционных и неабляционных лазерных технологий



Добрый день, уважаемые коллеги. Рад возможности передать вам привет со страниц специального выпуска «Les Nouvelles Esthetiques Украина», в этот раз посвященного вопросам лазерной медицины.

Современную медицину невозможно представить без лазерных технологий. В XXI веке лазеры применяются практически во всех областях. Бурное развитие техники сделало лазер незаменимым инструментом в хирургии, онкологии, стоматологии, офтальмологии и других.

Особое место лазерные технологии заняли в эстетической медицине. Практически все ведущие мировые клиники сделали лазерные технологии основой своих услуг. Применение лазера исключительно дисциплинирует мышление врача, расширяет его кругозор. Знание вопросов физики, химии, биологии в сочетании с познаниями в области медицины, превращает специалиста лазерной медицины в высококлассного профессионала.

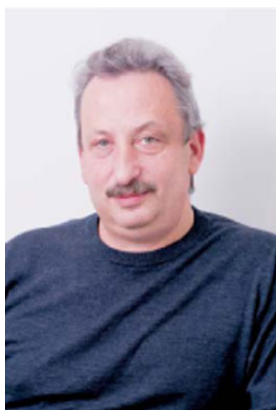
Лазер – уникальный сверхточный инструмент. Умение правильно его использовать доставит Вам радость созидания, а пациентам подарит прекрасные результаты лечения.

Желаю всем терпения и творческих успехов!

*Александр Гейниц,  
Доктор медицинских наук, профессор,  
международный специалист в области лазерной медицины*

- 1. Вступление**
- 2. Основные понятия лазерной медицины**
- 3. Абляционные лазерные воздействия полным лучом (классические методики)**
- 4. Абляционные фракционные лазерные воздействия**
- 5. Неабляционные фракционные методики**
- 6. Неабляционные воздействия полным лучом (плоскостные методики)**
- 7. Многоуровневое омоложение кожи лица**
- 8. Заключение. Рекомендации по выбору лазерной системы**
- 9. Лазерные системы Fotona**

## 1. Вступление



Добрый день, дорогие друзья и коллеги!

Современный рынок услуг эстетической медицины сложен и разнообразен. На сегодняшний день его невозможно представить без лазерных технологий. Лазерные технологии позволяют клинике отличаться от рядовых центров по многим критериям:

- они представляют собой высокоэффективные методики для решения практически любых проблем из области дерматокосметологии;
- дают радикальные маркетинговые и рекламные преимущества;
- обеспечивают возрастание потока пациентов;
- гарантируют высокую доходность услуг, что приводит к существенному повышению рентабельности клиники.

Плюсы от применения лазерных технологий очевидны. Однако количество осложнений, связанных с неправильным применением лазеров, также растет с огромной скоростью. Сложность и многообразие предлагаемых лазерных систем зачастую приводит к ошибочному выбору методики для решения конкретной проблемы. В результате подобных ошибок у пациентов формируется негативное отношение к лазерным технологиям. Почти в 100% случаев (исключая прямые ошибки врача при выборе лазера) в основе негативной реакции лежит несоответствие между ожидаемым (декларируемым в рекламе) и получаемым результатом.

К сожалению, это происходит ввиду недостаточной подготовки специалистов лазерной медицины. С другой стороны, существует путаница в терминологии и классификации лазерных воздействий, что также порождает неоправданные ожидания от процедуры. Практикующим врачам просто не дали системного понимания лазерных технологий и основ рационального сочетания методик.

Некоторые торгующие организации и учебные центры распространяют невероятные истории о волшебных лазерах, чудесным образом решающих любые проблемы с помощью только одной длины волны. Практикующие врачи, работающие на конкретном лазере в конкретной клинике, вынуждены под давлением директоров и владельцев, а также от недостаточной информированности, проводить «уникальные, универсальные» процедуры всем подряд. Результат всем известен.

Уважаемые коллеги, следует признать, что не существует в мире одной универсальной технологии «про все», и, следовательно, одной лучшей универсальной лазерной системы. Об особенностях различных лазерных систем, подходе к их выбору для решения тех или иных проблем эстетической медицины, мы и поговорим в этом тематическом выпуске.

Специальный проект журнала «Les Nouvelles Esthetiques Украина», который вы держите в руках, направлен на освещение следующих вопросов:

- систематизация лазерных воздействий;
- разбор особенностей основных групп технологий с оценкой ожидаемого результата и возможных осложнений в зависимости от типа применяемых лазеров;
- разбор процедуры омоложения кожи лица. Рассмотрение рационального сочетания методик для проведения данной процедуры. Рекомендации по выбору лазерной системы для покупки.

*С уважением  
Леонид Спокойный,  
научный консультант по лазерным технологиям НП МПКО,  
руководитель отдела лазерных технологий ГК «СпортМедИмпорт»,  
международный авторизованный тренер компании «Fotona»*

## 2. Основные понятия лазерной медицины

Акроним ЛАЗЕР (LASER – Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) означает усиление света путем вынужденной эмиссии излучения. Лазерное излучение обладает тремя уникальными свойствами, которые отличают его от естественного света. Лазерный луч является **колимированным** (параллельным), **монохромным** (одноцветным) и **когерентным** (совпадающим по фазе колебаний).

«Медицинская работа» лазерной системы может быть **абляционной** (основанной, на разрушении поверхностных слоев кожи) и **неабляционной** (нагрев и, возможно, разрушение тканей-мишеней без повреждения поверхностных слоев кожи).

Классификация лазерных воздействий строится на основе эффектов, которые возникают в тканях-мишенях при воздействии лазерной энергии на биологические ткани. В основе процесса лежат два эффекта – селективный и гомогенный фототермолиз.



**Селективный фототермолиз** – физическое явление преимущественного поглощения лазерной энергии одним веществом (тканью-мишенью); поглощение по другим тканям-мишеням минимально и не оказывает воздействия на конечный медицинский эффект.

**Гомогенный фототермолиз** – физическое явление, при котором лазерная энергия в определенных пропорциях распределяется между двумя и более веществами (тканями-мишенями).

**Глубина оптического проникновения** – способность каждой длины волны проникать в ткани на определенную глубину, это величина, обратная поглощению. Чем выше поглощение, тем меньше проникновение.

Лазерный свет можно рассматривать как периодические волны энергии, перемещающиеся в пространстве. **Длина волны (нм)** означает физическое расстояние между пиками последовательных волн в лазерном луче. Типичные длины волн медицинских лазеров: 1064 нм (ближняя инфракрасная область спектра), 2940 нм (средняя инфракрасная область спектра) и так далее. Для человеческого глаза видимыми являются только длины волн лазера в диапазоне между 400 нм и 760 нм.

**Мощность лазера (Вт)** – это скорость, с которой лазер генерирует энергию. Мощность лазера величиной 1 Ватт означает, что 1 Джоуль энергии излучается за 1 секунду.

Медицинские лазеры обычно функционируют в режиме испускания периодических импульсов через определенные промежутки времени. Количество импульсов в определенном отрезке времени называют **частотой повторения (частотой)**. Например, 10 импульсов в секунду. Единицей измерения частоты повторения импульсов в секунду является Герц (Гц).

**Длительность импульса или ширина импульса (мкс или мс)** – это синонимы, которые отражают протяженность лазерного импульса во времени, то есть время, в течение которого лазер фактически испускает энергию. Измеряется в нано-, микро- или миллисекундах.

**Энергия импульса (Дж)** обозначает лучистую энергию каждого импульса. Энергия импульса, измеряемая в Джоулях, является наиболее часто используемым параметром.

**Пиковая мощность (Вт)** обозначает максимальный уровень мощности в течение отдельного лазерного импульса.

$$\text{Пиковая мощность импульса} = \text{Энергия импульса} / \text{Длительность импульса}$$

Для лазера, работающего в импульсном режиме с энергией импульса 1 Дж и длительностью импульса 100 мкс, пиковая мощность равна 10 000 Вт. У диодных лазеров пиковая мощность обычно ненамного (в 2-4 раза) больше средней мощности. Пиковая мощность диодных лазеров, как правило, не превышает 20-30 Вт. Твердотельные лазеры способны накапливать энергию и «выплескивать» ее в виде очень коротких, но чрезвычайно мощных импульсов. Пиковая мощность при этом может достигнуть десятков тысяч и даже миллионов Ватт.

**Размер пятна лазерного луча (мм)** означает диаметр лазерного луча на целевом объекте. Изменяя размер пятна лазерного луча при сохранении энергии лазерного импульса постоянной, можно существенно изменить плотность потока энергии и, таким образом, повлиять на основной механизм воздействия лазерной энергии на ткани (нагревание, абляцию, коагуляцию).

**Плотность энергии (Дж/см<sup>2</sup>)** означает количество лазерной энергии, доставляемой на единицу площади. Другое название – доза энергии или флюенс энергии.

$$\text{Плотность энергии} = \text{Энергия} / \text{Площадь}$$

Другими словами, при сохранении всех прочих параметров постоянными, плотность потока увеличивается, если уменьшается размер пятна. Плотность потока – это очень удобный параметр для определения общих характеристик процедуры лечения.

**Время тепловой релаксации (TRT)** – время, за которое ткань-мишень рассеивает 63% тепловой энергии в окружающие ткани и структуры. В случае, когда время контакта лазерного луча и ткани значительно меньше времени тепловой релаксации, ткань-мишень может быть разрушена с минимальным, с практической точки зрения, отсутствующим повреждением окружающих тканей.

**Суммарные медицинские эффекты, возникающие в тканях, зависят от следующих факторов:**

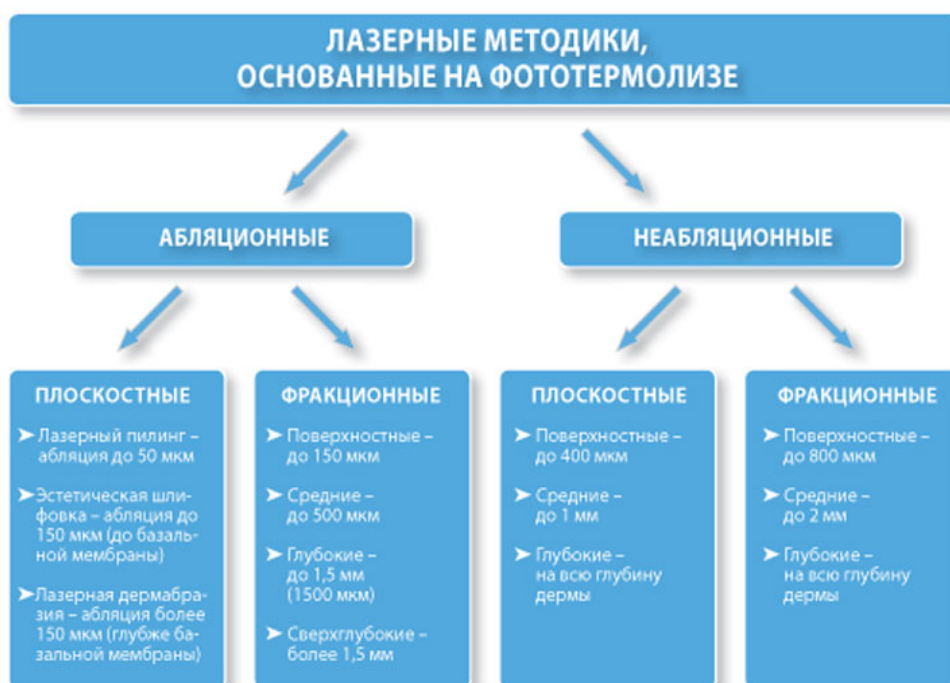
- длина волны лазерного излучения (выбор ткани-мишени, глубины оптического проникновения, коэффициента рассеивания);
- время контакта лазерной энергии и ткани (длительность импульса);
- время тепловой релаксации (TRT);
- плотность энергии.

### Общая классификация лазерных методик, основанных на фототермолизе

Общепринято разделять лазерные технологии на абляционные (методики, разрушающие поверхность эпидермиса) и неабляционные (без повреждения поверхности кожи).

Классификация по способу формирования луча делит лазерные технологии на технологии работы полным и фракционированным лучом. Ниже приводится универсальная классификация лазерных воздействий, в зависимости от типа технологии, способа формирования луча и в соответствии с глубиной воздействия.

Данная классификация опубликована специалистами ГК «СпортМедИмпорт» в 2010 году (табл. 1).



*Табл. 1. Общая классификация*

### 3. Абляционные лазерные воздействия полным лучом (классические методики)

Плоскостные воздействия полным лучом лазера, как правило, называют классическими методиками. Для реализации абляционных методик (большое количество методик шлифовки кожи, рубцовой ткани, удаления мягкотканых образований), как правило, применяются лазерные системы, генерирующие длины волн, селективно поглощаемые по воде (Er:YAG, ErCr:YSGG, CO<sub>2</sub>-лазеры).

Основной механизм работы – селективный фототермолиз. В эстетической медицине не применяются методики, приводящие к обширному разрушению базальной мембраны, так как в послеоперационном периоде они приводят к появлению эпителизации и, соответственно, к опасности образования рубца. Удаление дермальных невусов и другие вмешательства глубже базальной мембраны следует считать процедурой, проводимой по медицинским показаниям, и оценивать результат работы необходимо, основываясь на канонах общей медицины, а не эстетической дерматокосметологии.

Основная задача всех методик – изменение рельефа кожи, создание ровной поверхности с оптимизированными светоотражающими свойствами. Методики могут быть «маскирующими» или «фактически выравнивающими».

В настоящее время для работы по плоскости полным лазерным лучом активно используются три длины волны лазерного излучения, реализующие в тканях эффект селективного фототермолиза: 2940 нм, 2780 нм, 10600 нм. Особенности поглощения по воде данных длин волн отражены на рисунках 1-2.

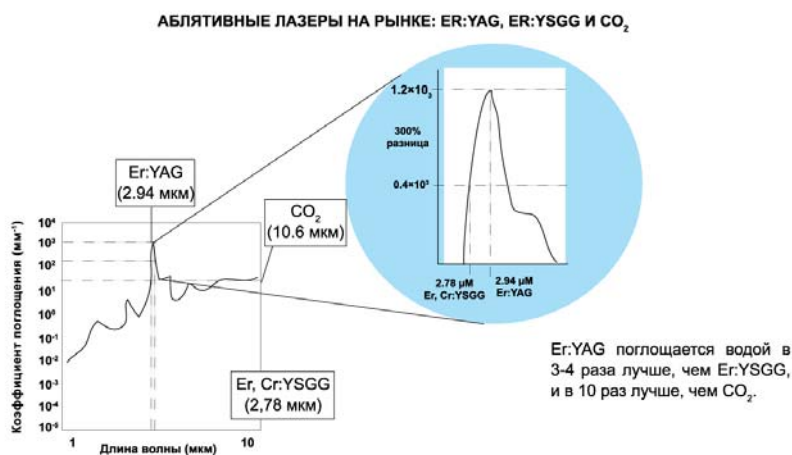
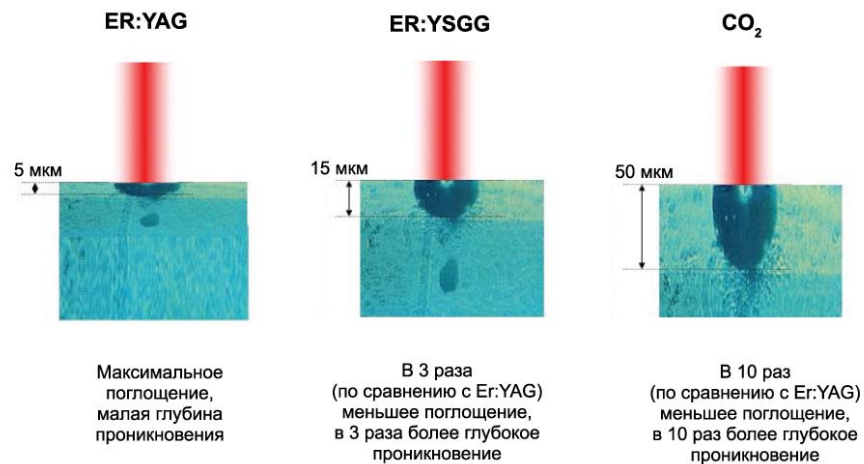


Рис. 1. Максимальный пик поглощения воды

## ЗАВИСИМОСТЬ ГЛУБИНЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТ ДЛИНЫ ВОЛНЫ

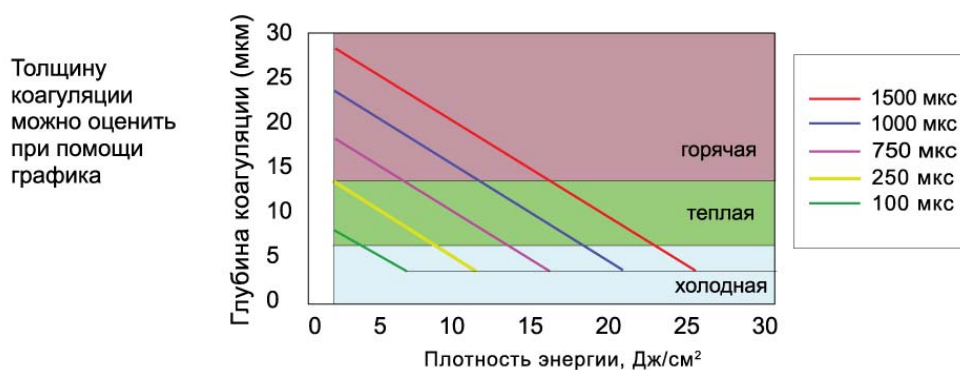


*Рис. 2. Зависимость глубины оптического проникновения от длины волны*

Анализ графиков однозначно подтверждает, что Er:YAG-лазер имеет минимальную глубину оптического проникновения (и, соответственно, абляции) 5 мкм, ErCr:YSGG – 15 мкм и CO<sub>2</sub>-лазер – 50 мкм. Увеличение глубины оптического проникновения за счет ухудшения поглощения по воде приводит к возрастанию зоны коагуляции. Минимальная зона коагуляции наблюдается у Er:YAG-лазера (5 мкм), максимальная – у CO<sub>2</sub>-лазера (30 мкм).

Глубина коагуляции при лазерном воздействии определяется плотностью энергии и длительностью импульса. Зависимость глубины коагуляции от плотности энергии и длительности импульса для Er:YAG-лазера представлена на **рисунках 3-4**.

## ГЛУБИНА КОАГУЛЯЦИИ

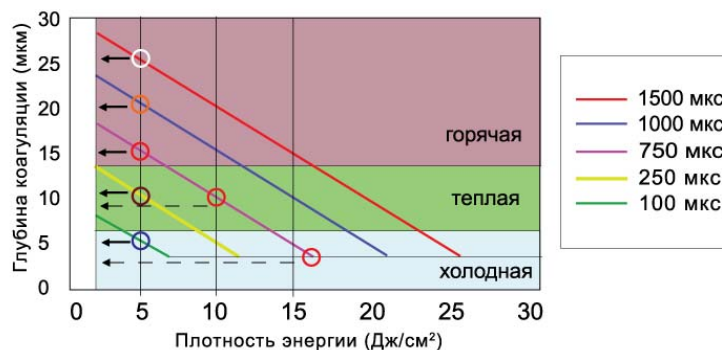


## ГЛУБИНА КОАГУЛЯЦИИ

При одном значении плотности энергии (например, 5 Дж/см<sup>2</sup>) глубину коагуляции можно выбирать, используя импульсы различной длительности,

или

при импульсах одной длительности (например, 100 мкс), глубину коагуляции, а также глубину абляции, можно выбирать, используя различные плотности потока энергии



*Рис. 3 и 4. Измерение глубины коагуляции в зависимости от плотности энергии и длительности импульса*

При анализе графиков становится очевидным, что глубина коагуляции прямо пропорциональна длительности импульса. Чем больше время контакта лазерного луча и ткани, тем больше глубина коагуляции. В случае возможности изменения длительности импульса, существует возможность выбора глубины коагуляционного повреждения.

### Виды абляционных воздействий

Выделяют три вида абляционных воздействий:

- **холодная абляция** – физическое явление испарения мягких тканей на глубину проникновения лазерного луча и минимальной (5 мкм) зоной коагуляции.
- **теплая абляция** – физическое явление испарения мягких тканей и зоной коагуляции до 15 мкм.
- **горячая абляция** – физическое явление испарения мягких тканей и зоной коагуляции до 30 мкм.

Реализация феномена «холодной абляции» возможна только при использовании Er:YAG-лазера с длительностью импульса меньше времени тепловой релаксации поверхностных слоев эпидермиса (например, длительность импульса 100 мкс, время тепловой релаксации рогового слоя эпидермиса 250 мкс) и плотности энергии больше абляционного порога (больше 2,5 Дж/см<sup>2</sup>).

Возможность получения феномена «холодной абляции» при увеличении длительности импульса до 300-400 мкс связана с необходимостью использования высоких значений плотности энергии, что не применяется в практической медицине из-за неадекватного глубокого абляционного воздействия, ухудшения контролируемости процедуры и резкого



возрастания вероятности образования рубцов. Таким образом, и ErCr:YSGG и CO<sub>2</sub>-лазеры в режиме «холодной» абляции работать не могут.

Применение различных видов абляции существенно расширяет спектр оказываемых услуг. Так, например, холодная абляция используется для реализации технологий холодного пилинга, сверхточных шлифовок рубцовой ткани, прецизионном удалении мягкотканых образований. Реализация методик ранних повторных шлифовок рубцовой ткани, повторных пилингов, «маскирующих» шлифовок также основывается на реализации феномена холодной абляции. Практическое отсутствие коагуляционного повреждения нижележащих слоев ткани уменьшает период реабилитации до 3-5 дней и существенно увеличивает эстетический результат процедуры.

Теплая абляция применяется для проведения эстетических шлифовок и быстрого удаления большого объема мягких тканей, рубцовой ткани.

Горячая абляция позволяет проводить процедуры горячего пилинга с сохранением абляционного компонента на глубине до 50 мкм и нижележащего слоя обратимого коагуляционного повреждения на глубину до 70 мкм. Прогрев поверхностных слоев дермы за счет диффузного распространения тепла приводит к сокращению площади кожи.

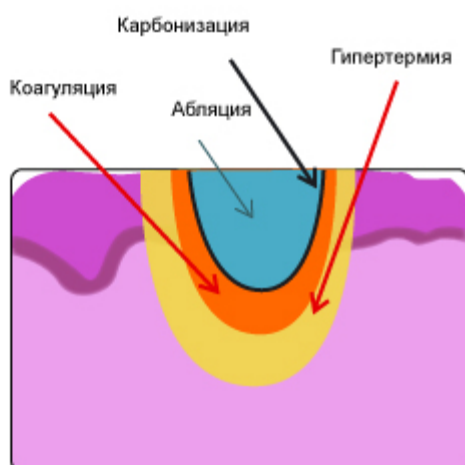
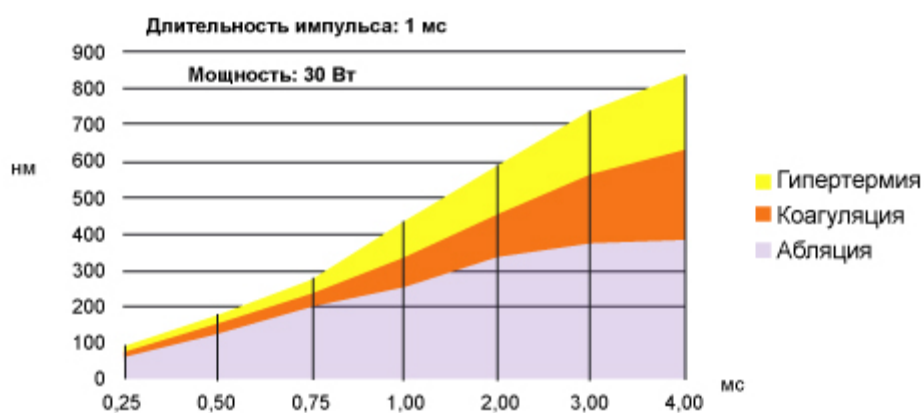
#### **Абляционно-коагуляционное повреждение дермы**

Основное отличие Er:YAG-лазеров от CO<sub>2</sub>-лазеров состоит в мощности лазерного генератора. Пиковая мощность короткого импульса твердотельного Er:YAG-лазера достигает 20 киловатт, а пиковая мощность импульса CO<sub>2</sub>-лазера – 50 ватт. Следовательно, для достижения необходимой абляционной глубины для CO<sub>2</sub>-лазера требуется либо увеличение длительности импульса, либо применение режимов повтора импульса в ту же точку.

Увеличение длительности импульса приводит к значительному возрастанию температуры ткани. В результате формируется зона абляции, окруженная зоной необратимого термонекроза, и расширенная зона коагуляционного повреждения за счет теплопередачи в тканях. Режимы повтора импульсов применяются в фракционных технологиях DOT и не имеют практического применения в плоскостных методиках.

На **рисунке 5** показана зависимость изменения глубины обратимых и необратимых повреждений ткани после использования единичного импульса CO<sub>2</sub>-лазера различной длины.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ CO<sub>2</sub> ЛАЗЕРА И ТКАНИ ПРИ ЕДИНИЧНОМ ИМПУЛЬСЕ



**Рис. 5.** *Распределение зон повреждения*

Таким образом, выбор глубины абляционного и коагуляционного воздействия, необходимого в каждом конкретном случае, определяется особенностями длины волны и техническими характеристиками конкретной лазерной установки. Для полноценной работы необходимо использовать разные типы абляционного воздействия даже в рамках одной процедуры.

**Рассмотрим зависимость абляционно-коагуляционного повреждения на примере Er:YAG лазеров:**

- флюенс от 0 до 0,8 Дж/см<sup>2</sup> – коагуляционный режим (субабляционное воздействие);
- флюенс от 0,8-2,5 Дж/см<sup>2</sup> – сочетание абляции с коагуляцией;
- использование флюенса более 2,5 Дж/см<sup>2</sup> – чисто абляционный режим с минимизацией зоны коагуляции 5-7 мкм.

Самые современные лазерные системы, в частности, лазерные системы линии Dynamis компании Fotona, указывают прогнозируемую глубину абляции и коагуляции непосредственно на дисплее для каждого выбранного режима работы.

Использование сверхдлинных пакетных импульсов у Er:YAG-лазеров (общее время длительности пакета – 0,25 с) при флюенсе от 0,8-2,5 Дж/см<sup>2</sup> позволило при работе получить чисто коагуляционный режим, который дает быстрое и эффективное сокращение площади кожного лоскута и разглаживание морщин без нарушения целостности эпидермиса (технология Fotona Smooth). Данная процедура экспресс-омоложения (технология Fotona Smooth) не имеет периода реабилитации и дает сокращение площади конечного лоскута до 15%. Поверхность эпидермиса при процедуре не нарушается. На 2-3 сутки возникает несоответствие между сократившейся площадью поверхностных слоев дермы и площадью эпидермиса, который не может сократиться – в результате возникает крупнопластинчатое шелушение, которое дает эффект пилинга, то есть изменение светоотражения кожи. Период реабилитации отсутствует. Максимальная глубина прогрева при подобных процедурах находится на глубине около 400 мкм.

\*\*\*

Обобщая все вышеизложенное, следует сказать, что наиболее универсальным и многофункциональным лазером для работы по поверхности кожи следует признать Er:YAG-лазер с изменяемой длительностью импульса. Данный лазер способен реализовывать любые методики от холодной до горячей абляции, проводить неабляционные коагулирующие методики, то есть, при использовании ультракоротких и коротких импульсов он работает как Er:YAG-лазер, а при использовании длинных и сверхдлинных пакетных импульсов по эффекту воздействия на ткань приближается к CO<sub>2</sub>-лазеру.

Если говорить о недостатках плоскостных методик, то в первую очередь, это ограничение по глубине воздействия. Работа до базальной мембраны позволяет изменить только видимые признаки старения с той или иной степенью успеха. Закрепить результат на длительное время без реструктуризации дермы невозможно. Поэтому все плоскостные методики можно охарактеризовать как поверхностные или эпидермальные. Для работы с дермой необходимы иные длины волн или другие технологии.

**Вывод №1. Абляционные лазерные воздействия полным лучом (классические методики)**

- **Абляционные технологии – инструмент для формирования светоотражающей плоскости на любой глубине выше базальной мембраны.**
- **Абляционные технологии применяются для всех видов шлифовки кожи, удаления мягкотканых образований, шлифовки рубцовой ткани. Выраженный эффект омоложения связан с изменением рельефа поверхности кожи, созданием единой светоотражающей поверхности, сокращением площади кожи.**

- В зависимости от длины волны и технических особенностей лазерной системы, процедуры могут проводиться в режимах «холодной», «теплой» и «горячей» абляции.
- Технология эффективна при однократном применении. Возможно раннее повторное применение «холодных», поверхностных (глубина 50 мкм) методик.
- Всегда присутствует послеоперационный период от 3 до 30 дней.
- Полученный результат является стойким. Выраженность результата зависит от глубины абляции.
- Существует опасность гнойных и рубцовых осложнений.
- Применяется как самостоятельная технология и в комплексных программах.

#### 4. Абляционные фракционные лазерные воздействия (фракционный фототермолиз)

Абляционные воздействия фракционированным лучом применяются для доставки лазерной энергии глубже уровня базальной мембраны и, как правило, для вмешательств на уровне дермы. В некоторых клинических случаях возможна работа выше базальной мембраны. Общей для этих методик является формирование «колонн» повреждения в дерме и невозможность создать ровную плоскость на поверхности кожи или рубцовой ткани. Фракционная абляционная технология дреллинга (сверления) с применением Er:YAG-лазера позволяет создать «абляционные колонны» на глубину до 5 мм.

В фракционном абляционном режиме в большинстве случаев используются микролучи диаметром от 100 до 250 мкм. Использование диаметра микролуча меньше 100 мкм нецелесообразно, ввиду способности кожи сокращаться. Применение микролуча диаметром более 250 мкм вызывает существенное нарушение целостности базальной мембраны и эффект взаимного перекрытия термальных зон вокруг «абляционных колонн», что приводит к большей травматизации дермы и длительному послеоперационному периоду. Повреждение кожи должно составлять от 5% до 20% от общей площади обрабатываемой поверхности.

##### Фракционный дреллинг Er:YAG-лазером

Бесспорным преимуществом абляционных фракционных технологий, реализуемых с применением Er:YAG-лазера является создание идеальных условий для сокращения площади кожи и рубцовой ткани. «Абляционная колонна» сразу после процедуры «пуста». Все ткани, которые были на пути лазерного луча, испарены. В этом случае происходит одномоментное сокращение площади кожи, так как для этого есть физиологические условия. Перфорационное отверстие на базальной мембране, созданное лазерным лучом, диаметром до 250 мкм, закрывается за 2-3 дня, что исключает возможность образования рубца и минимизирует риск осложнений.

Высокая абляционная способность фракционированного луча обеспечивается высокими значениями энергии. За счет фокусировки лазерного луча с помощью сканера в микролучи происходит увеличение плотности энергии в сотни раз с увеличением глубины проникновения. Ввиду высокой энергии микролуч всегда работает в режиме «холодной» абляции. Зависимость абляционной глубины от энергии микролуча представлена на примере фракционного сканера F-22 с диаметром рабочего луча 250 мкм компании Fotona. Таблица зависимости представлена в **таблице 1**.

### **ЗАВИСИМОСТЬ АБЛЯЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТ ЭНЕРГИИ МИКРОЛУЧА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СКАНЕРА F22**

Диаметр микролуча = 250 мкм

Энергия (мДж)	Плотность энергии (Дж/см <sup>2</sup> )	Глубина (мкм)
3	6,11	24
5	10,19	41
10	20,38	82
20	40,76	163
50	101,91	408
80	163,06	652
100	203,82	815
120	244,59	978
150	305,73	1223

*Табл. 1. Методика фракционного дриллинга*

При анализе таблицы видно, что энергия микролуча в сотни раз больше эквивалента энергии по площади. Фокусировка луча и определяет глубину «холодной абляции». Минимальная зона необратимой коагуляции (7-10 мкм) у фракционированного луча Er:YAG лазера основана на реализации феномена «холодной» абляции.

Возможность «холодной» абляции микролучом особенно важна для работы с рубцовой тканью из-за опасности нагрева (признаки воспалений рубца или возможность существования «дремлющей» инфекции в рубцах постакне и целом ряде других случаев). Большая глубина фракционной работы (до 1,5 мм и более) сочетается с выраженным сокращением площади образования и коротким периодом реабилитации.

Применение абляционной фракционной техники дриллинга, реализуемой с применением сканера для Er:YAG-лазера, позволяет добиться выраженного сокращения площади кожи на всю глубину.

#### **Особенности фракционного луча CO<sub>2</sub>-лазера**

В отличие от фракционного дриллинга Er:YAG-лазера, абляционно-коагуляционная технология применения фракционированного луча CO<sub>2</sub>-лазера имеет ряд особенностей.

«Колонна», формируемая фракционированным лучом CO<sub>2</sub>-лазера, состоит из абляционной зоны, глубиной до 500 мкм, зоны необратимой коагуляции до 200 мкм и зоны обратимого термического повреждения до 300 мкм. Суммарное воздействие может достигнуть 1 мм.

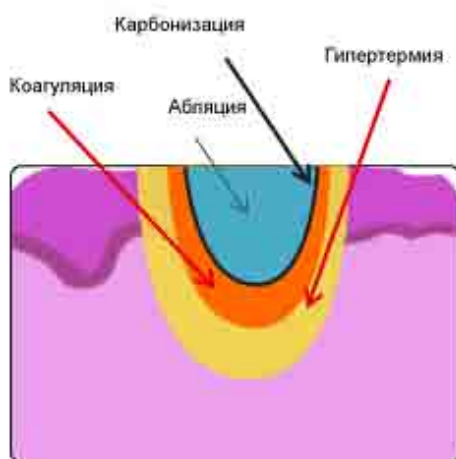
Применение технологий фракционированного луча CO<sub>2</sub>-лазера не всегда позволяет добиться необходимой абляционной глубины, а наличие обширных зон термoneкроза приводит к длительному периоду реабилитации. Ввиду низкой пиковой мощности лазерного генератора CO<sub>2</sub>-лазера, единственным путем увеличения абляционной глубины является увеличение длительности импульса, что приводит к увеличению термического повреждения тканей.

Агрессивные варианты применения фракционированного луча CO<sub>2</sub>-лазера для увеличения абляционной глубины (длительность импульса 1,5 мс) приводят к формированию обширных зон термического повреждения дермы за счет слияния зон термopовреждения вокруг каждой «колонны».

Для увеличения глубины повреждения в абляционных технологиях CO<sub>2</sub>-лазера применяют технологии повтора импульсов – режим Stack.

На **рисунке 1** графически отражено увеличение глубины абляционного повреждения в зависимости от количества импульсов, направленных в одну точку. Предельно достигаемая глубина абляционно-коагуляционного повреждения ограничивается 1300 мкм.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ CO<sub>2</sub> ЛАЗЕРА В РЕЖИМЕ СТЕКИНГА (повтор импульсов в 1 точку)



*Рис. 1. Распределение зон повреждения при использовании режима повтор импульсов*

### Плюсы и минусы

Преимуществом методик применения фракционированного луча CO<sub>2</sub>-лазера является сочетание методик абляции и коагуляции в одном импульсе. Это приводит к проведению эффективных процедур омоложения с применением одной длины волны лазерного излучения. Однако лимитированная глубина воздействия (максимум 1,3 мм) не позволяет добиваться эффекта омоложения средней и глубокой дермы.

Применение абляционных фракционных технологий Er:YAG-лазера и CO<sub>2</sub>-лазера выше базальной мембраны оказывает минимальное омолаживающее действие. Сокращение площади эпидермиса не дает стойкого клинического результата, а возникающее в послеоперационном периоде мелкопластинчатое шелушение выражается только в эффекте легкого пилинга. Процедуры переносятся очень легко, период реабилитации сводится к 2-4 дням. Подобные процедуры либо выполняются курсом, либо используются как процедуры «убеждения» при подготовке к более радикальным воздействиям.

Использование фракционных методик на глубину от 200 до 1500 мкм приводит к возможности проведения процедур разрушения фиброзных нитей основания морщин, лечения растяжек, процедур с рубцовой тканью и омоложения. Стойкость и выраженность результата прямо пропорционально зависят от глубины «абляционной колонны». Во всех случаях проведения процедур омоложения необходимо воздействие на дерму. Температурное повреждение дермы приводит к появлению белков теплового шока и

запуску реакций клеточного иммунитета, то есть к развитию асептического воспаления. В результате течения реакций клеточного иммунитета происходит стимуляция активности фибробластов, которая приводит к активации процесса неоколлагенеза. Реакция клеточного иммунитета длится 21 день, первые молекулы молодого коллагена образуются к 24-му дню.

Также очень существенным фактором омоложения является реваскуляризация обработанной области. В результате формирования абляционной колонны всегда есть элементы разрушения микроциркуляторного русла.

Суммирование эффектов реваскуляризации и асептического воспаления приводит к нормализации нейрогуморальной регуляции области, нормализации меланогенеза и формированию волокон молодого коллагена и эластина. Реструктуризация дермы лежит в основе всех методик омоложения.

Для проведения процедур омоложения с выраженным клиническим результатом наиболее целесообразно сочетать методики «холодного» фракционирования с применением Er:YAG-лазера и методики обратимого термического повреждения дермы на всю глубину с применением Nd:YAG-лазера или иными технологиями доставки тепла в кожу. В этих случаях омоложение захватывает все слои кожи. Альтернативным вариантом проведения процедур омоложения следует считать технологию DOT (дозированный оптический термолиз), реализуемую с помощью CO<sub>2</sub>-лазера с технологией Stack. Глубина воздействия ограничивается 1 мм, то есть верхним слоем дермы.

## **Вывод №2. Абляционные фракционные лазерные воздействия**

- **Фракционные абляционные технологии работы – инструмент для получения выраженного эффекта сокращения площади кожи, соединительной и рубцовой ткани. Метод, в зависимости от типа и технических особенностей лазера, способен оказывать мощное стимулирующее воздействие на различные слои дермы (глубина воздействия до 5 мм) с получением выраженного эффекта омоложения, нормализации меланогенеза и нейрогуморальной регуляции участка кожи.**
- **Фракционные абляционные технологии не формируют ровную плоскость и не изменяют светоотражающие свойства поверхности кожи.**
- **Полученный результат клинически выражен, зависит от глубины абляционного воздействия.**
- **Методика эффективна при многократном применении (курс составляет 2-6 процедур).**
- **Имеется риск инфицирования глубоких слоев дермы.**
- **Послеоперационный период составляет от 3 до 30 дней, в зависимости от технологии.**
- **Применяется как самостоятельная технология и в комплексных программах.**



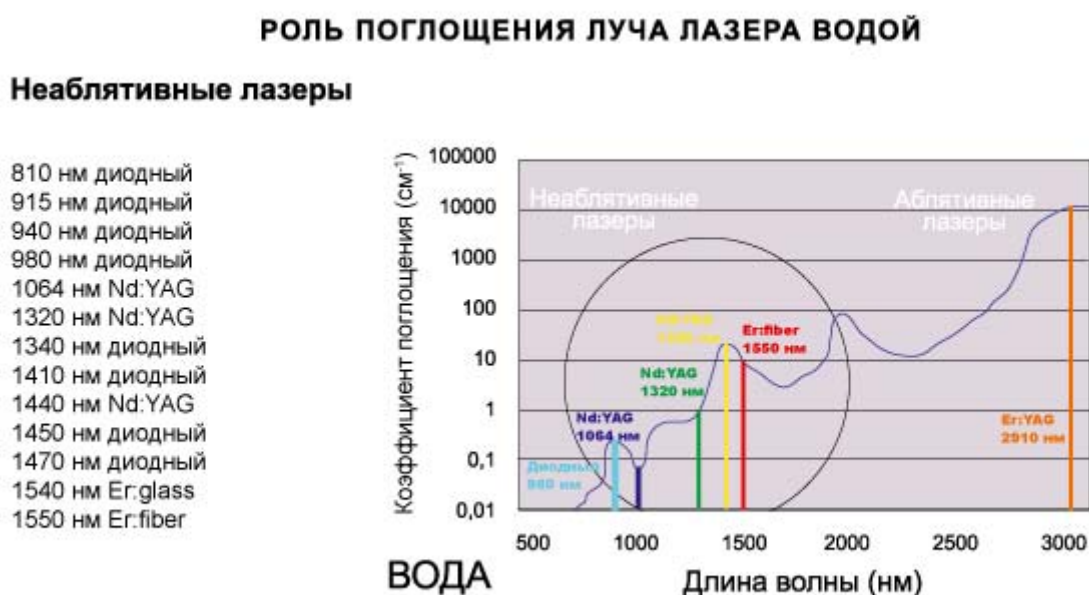
## 5. Неабляционные фракционные методики (фракционный фототермолиз)

Для неабляционных фракционных воздействий применяется большое количество лазерных систем. Это самая большая и разнообразная группа лазеров. Для реализации технологий применяются Er:Glass-лазеры (лазеры на «стекле»), волоконные лазеры, диодные лазеры. Коммерческое название данной группы лазеров – «лазеры для омоложения».

Общим для группы волн, применяемых для реализации технологий, является низкая поглощаемость по воде, что обеспечивает отсутствие абляционных свойств и, следовательно, наличие высокой коагуляционной способности. Все лазерные генераторы данной группы обладают низкой мощностью, и использовать их в режиме генерации полного луча в медицинских целях нецелесообразно. Для применения в медицине необходимо использование фокусирующих устройств – сканеров или ручных манипул с дополнительными фракционирующими линзами. Глубина оптического проникновения ограничивается 1,5 мм.

### Особенности «лазеров для омоложения»

На рисунке 1 продемонстрирована зависимость коэффициента поглощения (величина, обратная глубине оптического проникновения) по воде от длины волны лазера.



*Рис. 1. Кривые поглощения длин волн водой*

Свойства лазерных лучей в диапазоне длин волн от 810 до 1550 нм имеют существенные различия в механизмах взаимодействия с биологическими тканями. Общим для всех этих длин волн является низкое поглощение по меланину и относительно низкое поглощение по воде. Основными тканями-мишенями являются различные белки (формы гемоглобина, коллаген, эластин) и вода.

Механизм взаимодействия лазерного луча и ткани – гомогенный фототермолиз. Гомогенный фототермолиз определяет образование колонны коагулята, которая является результатом взаимодействия лазерного луча и ткани.

Применение различных длительностей импульса и способов фокусировки луча определяет медицинские возможности различных лазерных систем.

В эстетической медицине для работы в поверхностных и средних слоях дермы наиболее часто используются длины волн от 1320 до 1550 нм в режиме фракционированного луча. В настоящее время оптимальным диаметром микролуча считается 100 мкм. Данный размер рабочего луча позволяет наносить до 1000 микротермальных зон на 1 см<sup>2</sup>.

Зона коагуляционного (термического) повреждения тканей по периметру колонны составляет 20-30 микрон. Таким образом, зоны термического повреждения соседних колонн не пересекаются и разделены участком неповрежденных тканей. Это обеспечивает оптимальные условия для восстановления.

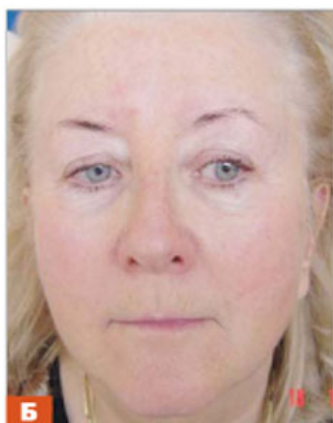
Нарушение технологии проведения процедуры, ввиду ошибки врача или несовершенства лазерной системы, приводит к перекрытию термальных зон соседних колонн и созданию зоны обширного дермального ожога. Данное осложнение приводит к тяжелым дегенеративным изменениям тканей и формированию рубцов. При выборе данной

технологии крайне важно правильно выбрать лазерную систему и понять особенности технологии работы.

### **От чего зависит эффективность воздействия?**

Результатом взаимодействия микролуча и ткани является коагуляционная колонна, состоящая из тканевого детрита. Образованная колонна коагулята не является «полой», следовательно, не создаются условия для быстрого сокращения кожи. Коагулят является мощным стимулятором асептического воспаления с высоким уровнем реакций клеточного иммунитета.

Коагуляционная колонна получается «запечатанной» ниже уровня базальной мембраны (полного разрушения эпидермиса не



происходит, ввиду низкого поглощения данных длин волн по воде), что практически исключает возможность инфицирования глубоких слоев дермы при соблюдении технологии проведения процедуры.

Основным механизмом удаления тканевого детрита является активный фагоцитоз. Интенсивность реакции клеточного иммунитета при данном виде воздействия очень высокая.

Как результат длительного текущего воспаления к 24 дню появляется большое количество молекул молодого коллагена. Проявляющийся эффект принято называть дермопластическим эффектом, то есть эффектом изменения толщины и структуры дермы, улучшения эластичности и тургора кожи.

Выраженный результат наиболее отчетливо проявляется у людей молодого и среднего возраста с тонкой кожей. При снижении реактивных сил организма, ввиду возраста или сопутствующей соматической патологии, а также в случае достаточно выраженного дермального слоя, результат существенно снижен. Это связано со способностью данной технологии работать только с верхними слоями дермы.

Эффект выравнивания поверхности присутствует, однако он значительно менее выражен, чем при плоскостных воздействиях. Появление эффекта выравнивания связано с восстановлением структур дермального коллагена и эластина, что и обуславливает восстановление каркасных свойств кожи.

Эффект выравнивания поверхности является вторичным и наблюдается не ранее, чем через два месяца после проведения курса процедур дермального омоложения.

### **Вывод №3. Неабляционные воздействия фракционированным лучом**

- **Фракционные неабляционные технологии – прекрасный инструмент для проведения процедур реструктуризации и модификации дермы с ярким биоревитализирующим эффектом и нормализацией меланогенеза.**

- **Методики направлены на: формирование коллагенового каркаса кожи, утолщение дермы, восстановление тонуса, тургора и плотности кожи. Как результат реструктуризации дермы проявляются и вторичные эффекты: сокращение площади кожи и выравнивание поверхности.**

- **Ограниченная глубина воздействия не позволяет достичь эффекта омоложения в средних и глубоких слоях дермы.**

- **Фракционные неабляционные технологии не формируют ровную поверхность и не изменяют светоотражение.**

- **Технологии эффективны при курсовом (3-10 процедур) применении.**

- **Послеоперационный период значительно варьируется по длительности от 0 до 21 дня в зависимости от длины волны и методики проведения процедуры при сохранении работоспособности пациента.**

- **Применяется как самостоятельная методика и в комплексных программах.**

## 6. Неабляционные воздействия полным лучом (классические методики)

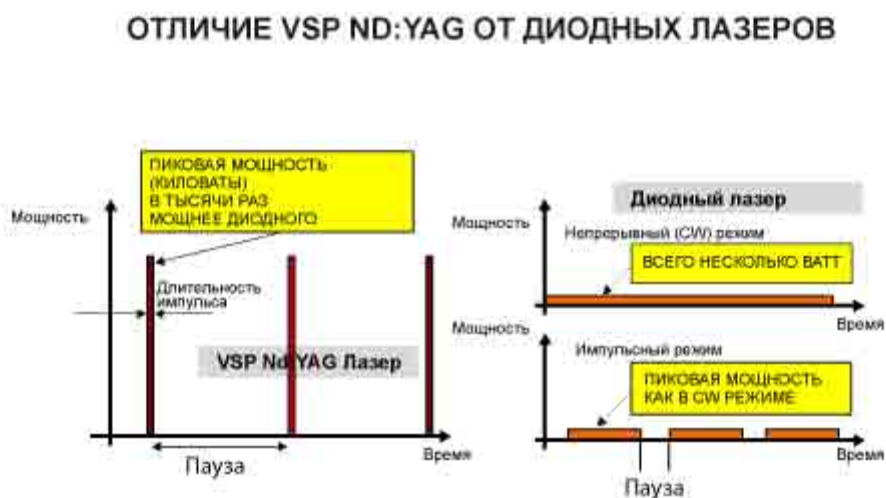
Наиболее часто для «медицинской» работы в поверхностных и глубоких слоях дермы применяются длины волн в диапазоне от 511 до 1410 нм. В этом, достаточно широком диапазоне, представлено наибольшее количество лазерных систем.

Лазерные системы с длинами волн в диапазоне от 511 до 1410 нм могут использоваться в 4 режимах длительности импульса:

- режим Q-switch – длительность импульса измеряется в наносекундном диапазоне;
- режим короткоимпульсный – длительность импульса от 1 до 1000 мкс (0,001-1 мс);
- режим длинноимпульсный – длительность от 1 до 500 мс;
- режим постоянного излучения – постоянный контакт лазерного луча и ткани.

### Диодный или твердотельный?

Существуют значительные различия между диодными и импульсными твердотельными лазерами. **Рисунок 1** иллюстрирует различия в пиковой мощности и времени контакта лазерного луча и ткани у диодных и твердотельных импульсных лазеров.



**Рис. 1.** Отличие импульсных твердотельных лазеров от диодных лазеров

Пиковая энергия твердотельных лазеров в тысячи раз превосходит энергию диодных лазеров. Время контакта лазерного луча и ткани в сотни раз короче паузы между импульсами. Это приводит к отведению тепла от ткани-мишени и позволяет избежать ожога. Высокая пиковая энергия позволяет эффективно разрушать ткань-мишень. Для каждого типа лазеров, с учетом данных особенностей, разработаны свои технологии применения.

Особенности работы различных длин волн связаны с особенностями поглощения различных тканей-мишеней и глубиной оптического проникновения. На **рисунках 2-3**

представлены кривые поглощения основных тканей-мишеней кожи и глубины оптического проникновения основных (наиболее часто используемых) длин волн.

### ОСНОВНЫЕ ХРОМОФОРЫ КОЖИ

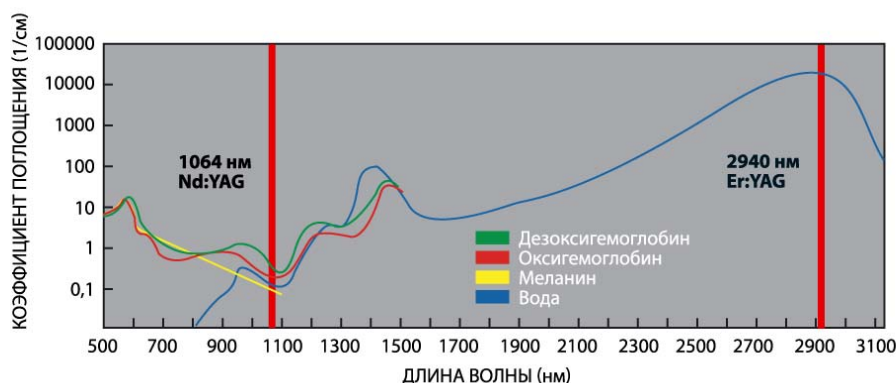


Рис. 2. Кривые поглощения основных хромофоров кожи



Рис. 3. Глубина оптического проникновения различных длин волн

#### 400-760 нм

Глубина оптического проникновения различных длин волн видимого участка спектра (400-760 нм) ограничивается приблизительно 1,5 мм, основными поглощающими структурами являются все формы гемоглобина и меланин, поглощение по воде отсутствует. Основной механизм взаимодействия лазерного излучения и ткани-мишени – селективный фототермолиз с практически равномерным поглощением энергии

гемоглобином и меланином. Следовательно, **основными типами выполняемых работ будут:**

- удаление сосудистых мальформаций мелких поверхностных капилляров (чтобы не допустить ожогов, необходимым компонентом проведения процедуры является охлаждение кожи; малая глубина проникновения не позволяет работать по крупным и более глубоко расположенным сосудам);
- удаление пигментных образований при условии соблюдения технологии охлаждения кожи;
- удаление татуировок и перманентного макияжа. Применение длинноимпульсных лазеров для данных типов работ всегда приводит к тяжелым ожогам и формированию рубцовых деформаций. Для профессиональной работы целесообразно использовать наносекундный диапазон длительности импульса.

### **700 до 980 нм**

Глубина оптического проникновения различных длин волн в диапазоне от 700 до 980 нм постепенно увеличивается от 2 мм (у лазера с длиной волны 755 нм) до 3 мм (у лазера с длиной волны 980 нм).

Основной поглощающей структурой становится меланин, поглощение по гемоглобину падает и появляется возрастающее поглощение по воде.

Основной механизм взаимодействия лазерного луча и ткани в виде селективного фототермолиза сохраняется у длины волны 755 нм (александритовый лазер), при увеличении длины волны появляется гомогенность поглощения с распределением тепла по множественным тканям-мишеням.

### **Основные области применения:**

- эпиляция темных волос на светлых фототипах кожи;
- удаление пигментных (меланиновых) образований;
- омоложение поверхностного и среднего уровня;
- лечение акне;
- удаление мелких сосудистых мальформаций поверхностных капилляров.

### **1064 нм**

Наиболее часто для «медицинской» работы применяется длина волны 1064 нм. Данная длина волны обладает самой большой глубиной оптического проникновения – до 5-6 мм. Длина волны 1064 – классический пример реализации эффекта гомогенного фототермолиза. Поглощение происходит по дезоксигемоглобину, оксигемоглобину, коллагену, эластину, воде и меланину.

Наиболее широко применяется режим длинноимпульсного излучения. Время контакта лазерного луча и ткани равно или больше времени тепловой релаксации тканей-мишеней. В результате такого взаимодействия тепло от каждой ткани-мишени распространяется в окружающие ткани, создавая эффект равномерного прогрева тканей. Максимальная коагуляционная активность наблюдается при длительности импульса в 1 мс, минимальная – при 50 мс. Увеличение длительности импульса свыше 50 мс приводит к исчезновению коагуляционного эффекта и преобладанию равномерного прогрева тканей без разрушений структуры белка.

Поглощение по множественным белковым структурам кожи лежит в основе технологии глубокого дермального омоложения. В результате взаимодействия лазерного луча и ткани возникает разрушение микроциркуляторного русла, температурное повреждение коллагена и эластина с выделением белков теплового шока. Формируется зона асептического воспаления. Процесс омоложения – это реваскуляризация обработанной области, формирование нового коллагенового каркаса и нормализация нейрогуморальной регуляции участка кожи.

Глубокое дермальное омоложение – процедура коагуляционно-теплового воздействия на все слои дермы. Реализуется только при большом (6-12 мм) диаметре рабочего луча лазера (для обеспечения глубины проникновения) и использовании плотности энергии в диапазоне от 20 до 70 Дж/см<sup>2</sup>.

Возможность работы со всеми слоями дермы обеспечивает высокую эффективность процедур реструктуризации дермы, развивающейся в результате гомогенного температурного воздействия. Воздействие на поверхностные, средние и глубокие слои дермы позволяет получить наиболее выраженный и стойкий результат. Методика длинноимпульсного омоложения, направленная на изменение текстуры кожи, в научной литературе обозначается как «технология – тонус, тургор, плотность или T<sup>3</sup>». Реализуется курсом из 6 процедур.

### **Технология FRAC<sup>3</sup>**

В настоящее время наиболее современным методом работы со всеми слоями дермы является технология Frac<sup>3</sup>, реализуемая с применением Nd:YAG (1064 нм) лазера с длительностью импульса 0,3-0,4 мс (короткоимпульсный режим) и плотностью энергии от 15 до 45 Дж/см<sup>2</sup> (технология – Fotona Frac<sup>3</sup>, Словения).

При сокращении длительности импульса до 300 мкс и возрастании пиковой мощности, проявляется эффект разрушения тканей-мишеней. Так как время контакта лазерного луча и ткани-мишени меньше времени тепловой релаксации, процесс происходит без передачи тепла в окружающие ткани. Таким образом, во всем объеме дермы (до 4-5 мм) возникают равномерно расположенные микроучастки (размер участка меньше 100 мкм) коагуляции в объеме здоровой неповрежденной ткани. Высокая пиковая мощность импульса гарантирует разрушение ткани-мишени за счет возрастания температуры в зоне поглощения до 70 градусов. Этот эффект фракционирования (распределения) поглощенной энергии по тканям-мишеням и обозначается символом – Frac<sup>3</sup>.

При данном способе обработки тканей стимулируется возникновение наиболее мощного асептического воспаления. Период реабилитации значительно укорочен ввиду мелкоочечного характера повреждений, которые со всех сторон окружены неповрежденными тканями. Методика реализуется при работе с полным лучом Nd:YAG лазера, а сканер применяется для равномерного распределения энергии по площади и реализации высокой скорости обработки больших участков кожи. Размер сканируемой площади – 42 см<sup>2</sup> за одну постановку сканера на 17-20 секунд.

**Таким образом, области применения длины волны 1064 нм являются:**

- удаление поверхностных и глубоких сосудистых мальформаций на любых сосудах диаметром до 4 мм;
- эпиляция всех типов волос на любом фототипе кожи;
- глубокое дермальное омоложение по коагуляционным технологиям (фракционное поглощение энергии);
- глубокое дермальное омоложение методом равномерного гомогенного нагрева;
- лечение всех форм акне;
- модификация рубцовой ткани;
- коагуляционные методики лечения вирусных бородавок;
- лечение онихомикозов и других грибковых инфекций ногтевых пластинок и кожи.

**Вывод №4. Неабляционные воздействия полным лучом**

- **Неабляционные технологии работы полным лучом – прекрасный инструмент для проведения процедур реструктуризации и модификации дермы с ярким биоревитализирующим эффектом, а также для проведения процедур удаления сосудистой патологии, эпиляции, лечения акне.**
- **Методики направлены на формирование коллагенового каркаса кожи, утолщение дермы, восстановление тонуса, тургора и плотности кожи.**
- **Вторичный эффект – сокращение площади кожи.**
- **Все методики работы не формируют ровную поверхность и не изменяют светоотражение.**
- **Методика эффективна при курсовом (3-10 процедур) применении.**



- **Послеоперационный период значительно варьируется по длительности от 0 до 21 дня, в зависимости от длины волны и методики проведения процедуры при сохранении работоспособности пациента.**
- **Применяется как самостоятельная методика и в комплексных программах.**

## **7. Многоуровневое омоложение кожи лица.**

**Словосочетание «многоуровневое омоложение лица» часто используется как пластическими хирургами, так и дерматокосметологами. Однако каждый из них вкладывает свою смысловую нагрузку в это понятие. Пластические хирурги понимают под термином «многоуровневое» работу с разными пластами тканей – мышцами, подкожной клетчаткой и кожей, а дерматокосметологи имеют в виду различные уровни кожи и, в некоторых технологиях, поверхностные слои подкожно-жировой клетчатки. Обе стороны правы в соответствии со спецификой своей профессии. Грамотное применение возможностей пластической хирургии и дерматокосметологии лежит в основе успешного лечения конкретного пациента.**

Целью публикации является не противопоставление методик дерматокосметологии методикам пластической хирургии, как это делается в большинстве рекламных материалов, а истинная оценка возможностей лазерных технологий в работе с кожей и разумного сочетания возможностей различных лазерных методик для достижения максимального результата при проведении процедур омоложения.

Под процедурами омоложения следует понимать комплекс методик, направленных на изменение структуры эпидермиса, реструктуризацию дермы, нормализацию нейрогуморальной регуляции кожи. Добиться реализации эффективного проведения процедуры с помощью только одной длины волны – невозможно. Применение одной длины волны будет приводить либо к ограничению глубины воздействия в соответствии с длиной волны лазерного излучения и используемой методикой (полный луч или фракционированный луч), либо к преобладанию абляционного или коагуляционного компонента при воздействии.

Многоуровневое омоложение лица – это рациональное сочетание в рамках одной процедуры различных абляционных и неабляционных воздействий как полным, так и фракционированным лучом лазеров.

Методик сочетания различных лазерных воздействий для проведения процедур омоложения лица существует большое количество. Наиболее известной и востребованной является технология, разработанная в университетской клинике города Парма (Италия) профессором Леонардо Марини.

**Методика доктора Марини** основана на сочетании фракционного «дриллинга» (фракционное «холодное» сверление с применением ER:YAG-лазера), технологии мелкоточечной коагуляции поверхностных и средних слоев дермы (технология Frac<sup>3</sup> с применением короткоимпульсного Nd:YAG-лазера) и методики глубокого дермального

омоложения на все слои дермы (длинноимпульсный Nd:YAG-лазер). Методика разработана с применением возможностей лазерной системы Fotona SP Dynamis (Fotona, Словения).

Процедура проводится в условиях амбулаторного кабинета лазерной терапии, сопровождается применением местной анестезии и охлаждения кожи потоком холодного воздуха от аппарата Zimmer Cryo 6. Последовательность процедуры представлена в таблице 1.

<b>Проход</b>	<b>Тип лазера</b>	<b>Длительность импульса</b>	<b>Плотность энергии</b>	<b>Диаметр рабочего луча</b>
<b>I проход</b>	Короткоимпульсный Nd:YAG лазер	0,3 мс	35 Дж/см <sup>2</sup>	3 мм
<b>II проход</b>	Длинноимпульсный Nd:YAG лазера	35 мс	50 Дж/см <sup>2</sup>	6 мм
<b>III проход</b>	Er:YAG лазер	600 мкс	20 Дж/см <sup>2</sup>	250 мкм
<b>IV проход</b>	Er:YAG лазер	600 мкс	20 Дж/см <sup>2</sup>	250 мкм

**Результаты работ доктора Марини:**



Отличительной особенностью технологии можно считать короткий период реабилитации (2-4 дня) и выраженный клинический результат. Методики сочетанного использования различных длин волн в рамках одной процедуры активно применяются при работе с рубцовой и соединительной тканью, лечении акне и постакне, корректирующих процедурах при лечении различных типов старения и. т.д. Наиболее выраженные результаты достигаются при сочетанном применении Er:YAG и Nd :YAG -лазеров. Рациональное сочетание абляционных технологий на управляемую глубину и методик агрессивной коагуляционной работы с дермой позволяет получить нарастающий клинический результат, видимый сразу после процедуры и активно возрастающий в течение 6 месяцев. Конечную оценку результатов процедур проводят через 6-8 месяцев.

## 8. Заключение

В данной публикации отражены общие вопросы лазерной медицины и некоторые вопросы рационального применения лазерных технологий. Естественно, что в рамках одной статьи невозможно ответить на все вопросы, возникающие при изучении лазерной медицины.

**При решении вопроса о выборе лазерной системы для клиники мы рекомендуем руководствоваться следующими ключевыми моментами:**

- Для эффективной работы лазерная система должна обеспечивать широкий выбор методик и технологий для работы с эпидермисом и дермой.
- Выбор системы проводится на основе клинических задач, подлежащих лечению с помощью лазерной системы.
- Необходимо помнить, что методики работы фракционированным и полным лучом взаимодополняют друг друга.
- При выборе лазерной системы следует ориентироваться не только на рекламную продукцию. Рекомендуется перед принятием решения посетить демонстрационные процедуры, семинары, мастер-классы, проводимые практикующими докторами.
- Важными моментами являются: наличие сертификата и отработанных технологий применения, сроки поставки, качество обучения и условия сервисного обслуживания.

**Таким образом, выбор дилера лазерных систем – это краеугольный камень  
Вашего успеха.**

## 9. Лазерные системы Fotona

Высокопроизводительная универсальная лазерная система **Fotona SP Dualis** объединяет в своем корпусе два лазерных генератора – Er:YAG с длиной волны 2940 нм и Nd:YAG с длиной волны 1064 нм. Это идеальная для использования в эстетической медицине комбинация лазерных источников, которая позволяет проводить широкий спектр процедур с максимальной эффективностью и безопасностью.

В большинстве лазерных систем по мере работы лазер нагревается – и происходит снижение энергии импульса, что может привести к понижению его эффективности и, следовательно, к неконтрольному сокращению мощности лазера в течение процедуры. В отличие от них лазеры Fotona дают точное соответствие уровня подаваемой энергии каждого импульса установленным параметрам настройки и всегда обеспечивают один и тот же заданный уровень энергии импульса благодаря функции контроля энергии с обратной связью (EFC).

Понимание принципов селективного фототермолиза и появление нового поколения эрбиевого лазера улучшило понимание тканевой специфичности.

Сочетание различных режимов работы в рамках одной процедуры радикальным образом меняет клинический результат, расширяет возможности применения методики и позволяет существенно увеличить эффект омоложения как поверхностных, так и глубоких структур кожи. Последовательное сочетание процедур неодимового прогрева с целью стимуляции коллагеновых клеток и аблятивных и неаблятивных воздействий на кожу с помощью эрбиевого лазера позволяет добиться значительно более выраженного конечного эффекта в лечении фотоиндуцированных морщин, коррекции шрамов и омоложения при минимальном объеме вмешательства, кратчайших сроках реабилитации пациентов и отсутствии опасности получения осложнений. На практике методика комплексного применения Er:YAG и Nd:YAG-лазеров достаточно проста для врача и применима к большинству клиентов учреждений эстетической медицины, так как методика обладает минимальным количеством противопоказаний и осложнений.

Технология прямоугольного импульса изменяемой геометрии (Variable Square Pulse) в данном аппарате выдвинула точность лазерного лечения на новый уровень и позволила нам настраивать продолжительность лазерного импульса и его плотность в зависимости от применения. Длительность одного импульса прямоугольной формы варьируется для Er:YAG-лазера от 100 мкс до 250 000 мкс, для Nd:YAG-лазера от 5 мс до 200 мс.

Режимы с лазерным VSP-образным импульсом позволяют легко обрабатывать различные ткани с высокой эффективностью и без нагревания окружающих тканей. Короткоимпульсный лазер Er:YAG обеспечивает холодную абляцию, т.е. вызывает минимальное термическое воздействие на ткани, лежащие в основе кожи, омолаживая поверхностные слои благодаря абляции эпидермиса. Это позволяет нам предложить эффективные процедуры омоложения с высоким уровнем комфорта и коротким временем восстановления. Длинноимпульсный лазер Er:YAG объединяет абляцию и коагуляцию. При увеличении длительности импульса в коже рассеивается больше тепла и в результате достигается побочный термический эффект. Этот термический эффект вызывает резкое сокращение коллагеновых волокон и стимуляцию синтеза нового коллагена в дерме.

Также в этом аппарате существует режим Smooth, основанный на контролируемом излучении серии низкоэнергетических импульсов внутри очень длинного импульса (0,25 с), что приводит к повышению температуры в коже без какого-либо повреждения поверхности. Имея режим Smooth, импульс позволяет нам выбрать совершенно неаблятивный режим лазера. Как показано на практике, этот тепловой режим приводит к существенной дермальной реконструкции и омоложению, не повреждая эпидермис.

Высокая пиковая мощность VSP-образных импульсов Nd:YAG-лазера способствует селективному воздействию лазерного луча в лечении сосудистых нарушений и удалении волос. Манипула с возможностью регулировки размера пятна позволяет корректировать область обработки и мгновенно переключаться к режиму более фокусированного размера пятна для лучшего лечения сосудистых поражений.

*Александр Гейниц  
д.м.н., профессор, международный специалист в области  
лазерной медицины, ФГУ ГНЦ «Лазерной медицины Росздрава России»*