Научная статья

Original article

УДК 617-7

ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ: ПРЕДПОСЫЛКИ И ВЛИЯНИЯ

LASER TECHNOLOGIES AND ITS APPLICATION IN MEDICINE: PREREQUISITES AND EFFECTS

Касьянов Дмитрий Александрович: Студент БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова (190005 Россия г. Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская д. 1), тел. 8(911) 938-50-35, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0859-0431, dmitriy_kasyanov@mail.ru

Kasyanov Dmitry Alexandrovich: Student of BSTU "Voenmeh" named after D.F. Ustinov (190005 Russia st. Saint-Petersburg, 1st Krasnoarmeyskaya street 1), tel. 8(911) 938-50-35, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0859-0431, dmitriy_kasyanov@mail.ru

Аннотация: В статье рассматриваются предпосылки развития лазерных технологий. Автором проводится подробный анализ истории инноваций в лазерных технологиях в ретроспективном аспекте и устанавливается взаимосвязь между быстрым формированием запроса в медицине на инновационные продукты и постоянным развитием исследований в области лазера.

Abstract: The article deals with the prerequisites of laser technologies development. The author carries out a retrospective analysis of innovations in laser technologies and identifies interconnections between a fast request on innovations by medicine and ongoing development of laser technologies.

Ключевые слова: лазерные технологии, медицина, лазерное излучение, запрос на инновации, фотоника.

Key words: laser technologies, medicine, laser radiation, request for innovations, photonics.

Фотоника, как новая область в науке появилась в начале 1960-х годов с изобретением первых лазеров, которые стали ее практической и исследовательской частью, а также интересом фундаментального знания. В 1964 году за работы в квантовой физике, Нобелевскую премию получили советские физики Александр Прохоров и Николай Басов, а также их американский коллега Чарльз Таунс. Это изобретение открыло новую страницу в изучении взаимодействия света с веществом и превращения одной энергии в другую. Одним из основных направлений применения лазеров и фотоники в целом стала медицина. Целью данного исследование является определение предпосылок инновационного, а также практического потенциала лазеров и фотоники для медицины.

В 1960г. исследования ученых физиков увенчались успехом в появлении инновации, повлиявшей в последствии на развитие многих сфер жизни человека, включая медицину: Т. Майман создал первый лазер на кристалле рубина. Далее лазерные технологии и фотоника как таковая вошли в стадию резкого развития. На наш взгляд, импульс развития был напрямую обусловлен возможностями и острой необходимостью применения достижений лазерных технологий в практической области. В первую очередь, именно медицина стала

и заказчиком и экспериментальной платформой для нововведений, новых изобретений и инноваций. Уже через 6 лет, в 1966г. Кумар Пател (США) разработал конструкцию CO_2-лазера, способного генерировать непрерывное излучение с длиной волны λ=10,6 мкм, которое в отличие от излучения рубинового лазера, поглощается в тонком слое биоткани, и при этом обладает прекрасными режущими свойствами. Важным аспектом воздействия лазерного излучения на биоткани оказалась сильная зависимость от длины волны рабочего излучения.

Вскоре, после CO2-лазеров, излучение которых можно было передавать только с помощью не очень удобных зеркально-линзовых систем, в медицину в 70-х годах пришли лазеры на YAG:Nd (Твёрдотельные лазеры, в качестве активной среды используется алюмо-иттриевый гранат, легированный ионами неодима). Их излучение (λ=1,06 мкм) передаётся к рабочей зоне с помощью тонкого и гибкого оптического волокна, что позволило ввести его в эндоскопические операции. Но излучение с λ=1,06 мкм слабее, чем λ=10,6 мкм, и поглощается в биотканях, ввиду этого характер его воздействия отличается. Оно проникает в биоткани до глубины около 10 мм и обеспечивает хорошую коагуляцию, однако из-за распределения мощности излучения по большому объему требует увеличения уровня данной мощности для обеспечения резекции. Вместе с тем, здесь встает другая проблема: в случае проникновения за область воздействия, лазерное излучение может повредить соседние органы, поэтому в медицине быстро сформировался запрос на лазеры иного качества.

К концу 70-х годов появились лазеры с длиной волны λ≈3 мкм и λ≈0,8 мкм, которые позволили при хирургическом использовании выбирать длину волны излучения и обеспечивать оптимальную операционную рану с необходимым гемостазом и минимальными повреждениями прилежащих органов и отеками. В начале 90-х было установлено, что для большинства хирургических воздействий оптимально излучение с λ≈0,94–0,98 мкм, соответствующее

локальным максимумам поглощения в воде и крови и проникающее в биоткань на глубину порядка 1 мм. Эта длина волны успешно передается по гибким световодам и используется при эндоскопических вмешательствах в различных областях медицины. Это позволило расширить возможности использования лазера в оториноларингологии, артроскопической хирургии, абдоминальной хирургии, пульмонологии, урологии, проктологии и гинекологии, что еще раз подчеркивает важность быстрого формирования запроса в области медицины для стремительного развития лазерной индустрии. Можно отметить, что позитивным результатом лазерного излучения стал отказ от традиционных открытых операций, которые чаще всего требуют длительную госпитализацию. Это не означает призыва к избеганию или игнорированию других инструментов и методов лечения. Тем не менее, для операций с использованием лазерного излучения характерны хороший гемостаз, малые отеки и болевые ощущения, высокая точность вмешательства и малая инвазивность, что, несомненно, является неоспоримыми плюсами. Положительные результаты лазерного излучения также позволили развить новые медицинские технологии – симультанные операции. При таких операциях за один подход осуществляются хирургические вмешательства на нескольких очагах патологии, например, при ЛОР-хирургии одномоментно осуществляется лечение до 5–6 заболеваний [1].

Отметим, что сотрудничество медицины и лазерных технологий также имеет положительное воздействие на результаты лечения пациентов. В частности, технологии силовой лазерной терапии показали высокую результативность в борьбе с онкологическими опухолями.

Одним из таких методов является лазериндуцированная интерстициальная термотерапия (ЛИТТ) злокачественных и доброкачественных опухолей, при которой лазерное излучение по гибкому световоду вводится непосредственно

в опухоль, не затрагивая здоровые ткани, а в опухоли рассеивается во все стороны с помощью специальных диффузоров. Далее за счет поглощаемого лазерного излучения до выбранных температур патологические клетки гибнут, и погибшая опухоль может быть удалена хирургически, а в некоторых случаях такого удаления не требуется: организм сам замещает ее соединительной тканью.

Российские ученые (Э.Н.Соболь и др. [1]) стали первопроходцами в разработке метода лазерной термопластики хрящей. Данный метод опирается на способность хрящей обратимо терять упругость при их кратковременном нагреве лазерным излучением до температуры около 70 градусов Цельсия. Если при этом изменить форму хряща, а после охладить его обратно до нормальной температуры, фиксируя форму, то хрящ в дальнейшем будет хранить новую форму. Лазерная термопластика хрящей успешно используется в пластической хирургии для исправления формы носовой перегородки, крыльев носа и ушных раковин по сей день.

Методы низкоинтенсивной лазерной терапии — НИЛТ [2] в последнее время все чаще называют лазерной биостимуляцией. Уровень мощности излучения при таких воздействиях находится сильно ниже уровня наступления физических изменений (коагуляция, удаление ткани) в биотканях. Однако лазерное излучение через разного рода механизмы оказывает воздействие на человеческий организм на клеточном и системном уровне, которое может обладать значительным лечебным эффектом. Это доказано многолетним применением лазерной терапевтической аппаратуры в медицинских учреждениях (В.М.Инюшина, Н.Ф.Гамалея, М.А.Каплана, Л.Я.Мазо, Г.М.Капустиной, И.М.Корочкина, О.К.Скобелкина, Г.И.Клебанова, Т.И.Кару, В.И.Козлова, А.К.Полонского и др.). Сегодня накоплен большой клинический опыт использования НИЛТ, несмотря на то, что

механизмы, лежащие в основе его действия, пока мало изучены. На рубеже 20-го и 21-ого столетий произошел прорыв в медицинском применении лазеров: американское управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (FDA) допустила низкоинтенсивную лазерную терапевтическую аппаратуру для использования в клинической практике. Ряд европейских стран и Российская Федерация также стали с того момента производить лазерную терапевтическую аппаратуру и внедрять ее в медицинскую практику.

Еще одним фактом, который обусловил развитие лазерных технологий оказалась разработка такого направления в медицине, как лазерные методы медицинской диагностики.

Лазерная медицинская диагностика основана на сложных биофизических явлениях и требует точных измерений, что сдерживает ее развитие в некотором смысле, но практический запрос на инновации от ученых-разработчиков лазеров находится в процессе постоянного формирования и развития [3].

Также в формировании заказа на новые разработки в области играют большую роль технологии медицинского назначения. Данные подходы в медицинской практике ассоциируются с так называемым непрямым воздействием на биообъект. Например, в ИПЛИТ с начала 2000-х гг. большое внимание уделяется по производству имплантов с помощью лазерных технологий из биорастворимого полимера. Будущим данных разработок станут методы стволовых клеток для замещения имплантантов. В качестве еще одного позитивного развития лазерных технологий упомянем искусственный дифракционнорефракционный хрусталик глаза «МИОЛ-Аккорд» (Институт автоматики и электрометрии СО РАН) [5]. Преимуществом произведенного хрусталика стало возвращение аккомодационной способности зрения, что демонстрирует один из успешнейших способов лечения катаракты.

Ранее отмечалось, что всего через 6 лет после изобретения лазера Т. Майманом, лазерные технологии начали активно применяться в медицине. А уже через 10 лет появились лазерные продукты – лазерная медицинская аппаратура, без которой невозможно представить ни процесс терапии, реабилитации или диагностики заболевания, но и само медицинское учреждение. Перечислим самые основные продукты сотрудничества инновационной области и практической сферы применения. Основные производители медицинской техники (ГНПП «Исток» (Фрязино), НИИ радиооптики НПО «Вега» (Москва) ЛОМО (Ленинград), БелОМО (Минск) в Белоруссии) в конце 20-ого столетия разработали серийное производство лазерных хирургических аппаратов, до сих пор эксплуатируемых на территории бывшего СССР и сегодняшней РФ. На Загорском оптико-механическом заводе (Сергиев Посад) организован стабильный выпуск офтальмологических лазерных аппаратов.

Негосударственные предприятия позволили РФ сохранить авторитет в производстве лазерных установок и механизмов для хирургии, среди которых отметим традиционные лазеры с накачкой (ООО «Лаген», ООО «Лагран», ООО «Лартель», ООО «Медоптотех»), а также полупроводниковые лазеры, получивший огромный толчок к развитию на предприятиях «Алто», «Алком-Медика», НТО «ИРЭ-Полюс», «Полупроводниковые приборы».

Ретроспективный анализ истории взаимодействия лазерных технологий и практической медицины также показал некоторые проблемные места, в которые современная Россия должна инвестировать в дальнейшем, за счет усилий малых предприятий (*«Азор», «Алком-Медика»*). В городе Троицк работает центр физического приборостроения, занимающийся производством медицинского лазерного оборудования, также представляющий РАН в данной области.

Один из последних и незащищенный в экономическом плане 90-х годов предыдущего столетия ознаменовался значительным прогрессом в аспектах уровня мощности на выходе у полупроводниковых лазеров при снижении их

стоимости на рынке. Немного позднее появились лазеры на активированном волокне, способные генерировать излучение мощностью в единицы, а затем десятки и сотни ватт. Благодаря НТО «ИРЭ-Полюс» и созданной на его основе международной корпорации «IPGPhotonics» (основатель и руководитель – В.П.Гапонцев) Россия стала лидером в использовании этих лазеров, в том числе и для медицины.

Также заметим, что часть отечественных специалистов уехала за рубеж и, продолжая работать по специальности, внесла заметный вклад в разработку лазерной медицинской техники на мировом рынке.

В частности, В.Лисоченко создал компанию «LIMO» («Лисоченко микрооптик»), занимающую одну из ведущих позиций в производстве полупроводниковых лазерных модулей, являющихся основной частью многих медицинских аппаратов, производимых в мире.

Подводя итоги настоящего исследования, подчеркнем:

- во-первых, такая инновационная область науки, как лазерные технологии, получила масштабное развитие с середины прошлого века и до сегодняшнего периода исторического развития имеет большой потенциал для роста и появления новых достижений:

- во-вторых, тесное взаимодействие инноваций в лазерной индустрии и медицины позволило обеспечить своевременное применение разработок на практике, их быструю модернизацию и, как следствие, через формирование запроса – постоянное развитие;

- в-третьих, позитивный характер изменений в современной медицине во многом обусловлен достижениями в области лазерных технологий, которые повысили результативность лечения, открыли новые возможности в диагностике заболеваний и терапии, обеспечили оптимальность медицинской услуги.

Список литературы:

1. Лазерная инженерия хрящей /Под ред. Баграташвили В.Н., Соболя Э.Н., Шехтера А.Б.– М.: Физматлит. 2006.
2. Применение низкоинтенсивных лазеров в клинической практике/Под ред. О.К. Скобелкина. –М.:Лазерная академия наук. 1997.
3. Оптическая биомедицинская диагностика / Под ред. В.В.Тучина.– М.: Физматлит, 2007.
4. Antonov E. et al. Fabrication of Polymer Scaffolds for Tissue Enginneering Using Surface Selective Laser Sintering. – Laser Physics, 2006, v.16, № 5,
5. Коронкевич В., Корольков В. Дифракционно-рефракционный искусственный хрусталик глаза - «МИОЛ-Аккорд». – Лазер-Информ, №3(354), 2007.

References:

1. Laser engineering of cartilage /Ed. Bagratashvili V.N., Sobolya E.N., Shekhter A.B.– M.: Fizmatlit. 2006.
2. The use of low-intensity lasers in clinical practice / Ed. O.K. Skobelkin. -M.: Laser Academy of Sciences. 1997.
3. Optical biomedical diagnostics / Ed. V.V. Tuchina. - M .: Fizmatlit, 2007.
4. Antonov E. et al. Fabrication of Polymer Scaffolds for Tissue Engineering Using Surface Selective Laser Sintering. – Laser Physics, 2006, v.16, no. 5,
5. Koronkevich V., Korolkov V. Diffractive-refractive artificial eye lens - "MIOL-Accord". - Laser-Inform, No. 3 (354), 2007.

© Касьянов Д.А., 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022.

Для цитирования: Касьянов Д.А. ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ: ПРЕДПОСЫЛКИ И ВЛИЯНИЯ// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022.