

УДК 681.784.7

УПРАВЛЕНИЕ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ОПТИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

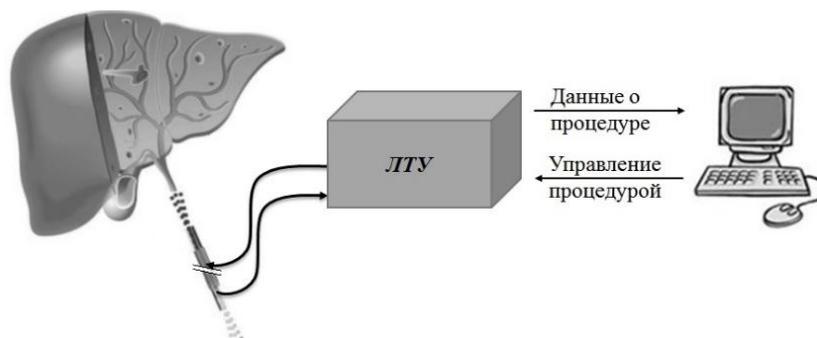
Нагаев Д. А., Гришанов В. Н.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Терапия низкоинтенсивным лазерным излучением (НИЛИ) основывается на фотохимическом и фотофизическом воздействии, при котором свет, поглощенный биотканями, возбуждает в них атомы и молекулы и вызывает различные фотофизические и фотохимические реакции. Терапевтические эффекты, а также их механизмы реализации описаны в статье [1].

Перспективными для лазерной терапии с оптической обратной связью представляются 3 направления: 1) поиск места облучения НИЛИ, особенно при облучении внутренних органов через различного рода катетеры; 2) оценка процесса накопления изменений в биотканях во время терапевтической процедуры; 3) оценка длительных по времени изменений в биотканях, которые происходят между процедурами.

Схема терапевтической процедуры с использованием оптической обратной связи представлена на рис. 1.



← – терапевтическое лазерное воздействие; → – отраженное лазерное излучение

Рис. 1. Схема терапевтической процедуры с использованием оптической обратной связи

Облучение биообъекта производится через оптическое волокно красным лазерным излучением с длиной волны близкой к 635 нм. Отраженное от биообъекта излучение через другое оптическое волокно доставляется на специальный фотодатчик обратного рассеяния. Сигнал оптической обратной связи подвергается синхронному детектированию, что позволяет избавиться от шумов внешней засветки и сетевой наводки. Сама лазерная терапевтическая установка соединяется с персональным компьютером, на котором через специальное программное обеспечение собираются данные и осуществляется управление установкой и терапевтической процедурой в целом.

В установке используется лазерный модуль KLM-G635-6-5. Это одномодовый лазерный модуль видимого красного диапазона с мощностью непрерывного излучения 6 мВт в спектральном диапазоне 635 нм. Напряжение питания равно 5 В. Имеется возможность регулировки фокусного расстояния.

Была разработана структурная схема лазерной терапевтической установки. Схема представлена на рис. 2.

АЦП – аналогово-цифровой преобразователь; ПЛ – полупроводниковый лазер с облучающим оптоволоконным каналом; ФДОС – фотодиод обратной связи с приёмным оптоволоконным каналом; ФДКМ – фотодиод контроля мощности излучения на дистальном конце облучающего оптоволоконного канала; СТ – стабилизатор тока; ПТН – преобразователь ток-напряжение.

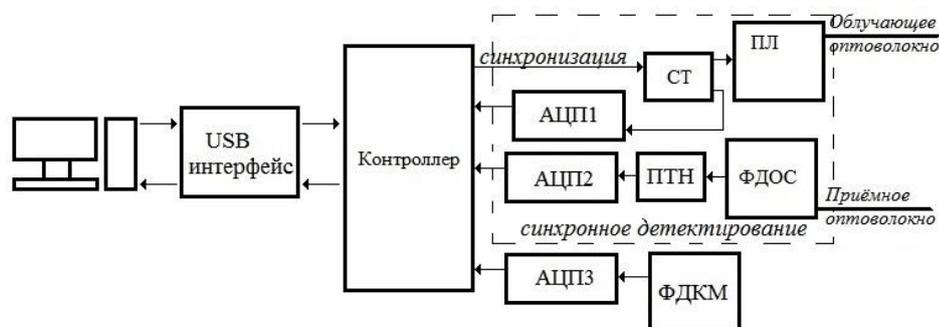


Рис. 2. Структурная схема лазерной терапевтической установки

Функции синхронного детектирования выполняются путем запоминания значения амплитуды сигнала за время его работы при установившемся значении мощности лазерного модуля и вычитании из неё значения амплитуды сигнала за время отсутствия лазерного излучения. Переходные процессы, которые наблюдаются во время включения и выключения лазерного модуля, программно игнорируются. В ходе проведенных экспериментов было установлено, что время переходных процессов включения и выключения модуля составляет по 100 микросекунд.

Синхронное детектирование происходит следующим образом: включается АЦП (процесс детектирования синхронизируется отсчётами АЦП), затем включается лазерный модуль. В течение 100 мкс происходит переходной процесс, затем, когда лазерный модуль переходит в установившейся режим, суммируются значения, пришедшие с фотодатчика обратного рассеивания на АЦП. Количество отсчётов задаётся программой. Затем лазерный модуль выключается. Значения во время переходного процесса выключения не запоминаются. Когда переходной процесс заканчивается, суммируются значения шумов, приходящих на АЦП по тому же количеству отсчётов. После этого из первой суммы вычитается вторая – на этом этапе и происходит вычитание шумов. Эффективность предложенной цифровой реализации синхронного детектирования подтверждена на его математической модели [2]. Кроме того, в работе с портами ПК могут возникать случайные временные задержки, что является недопустимым при выполнении синхронного детектирования. Во избежание этого, для выполнения вычислительных операций низкочастотного преобразования сигнала оптимально использовать микроконтроллер.

Библиографический список

1. Нагаев, Д.А. Лазерная терапия с оптической обратной связью [Текст]: материалы всероссийской научно – технической конференции «Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций» / Д.А. Нагаев, В.Н. Гришанов; Самара: ООО «Офорт», 2017. – С. 210 - 212.
2. Ечин, П.А. Реализация программно-аппаратного метода в модуляционных РМС [Электронный ресурс]: II Всероссийские Армандовские чтения: Радиофизические методы в дистанционном зондировании сред / Материалы V Всероссийской научной конференции (Муром, 26-28 июня 2012 г.) / – Муром: Изд.-полиграфический центр МИ ВлГУ, 2012. – с. 402 - 406.