

В системе радиационного контроля АЭС используют методы и технические средства, которые позволяют непрерывно анализировать радиационную обстановку на площадке размещения и вблизи АЭС, прогнозировать возможные неисправности основного оборудования реакторной установки и предупредить или свести к минимуму вероятность крупных аварий. Система радиационного контроля состоит из ряда подсистем, выполняющих отдельные задачи контроля параметров радиационной безопасности АЭС: автоматизированная система радиационного контроля, автоматизированная система индивидуального дозиметрического контроля, автоматизированная система контроля радиационной обстановки. Эти подсистемы обеспечивают контроль состояния защитных барьеров, доз облучения персонала АЭС, радиационной обстановки на площадке АЭС и радиационной обстановки в СЗЗ и ЗН АЭС, включая контроль активности газоаэрозольных выбросов и жидких сбросов.

Таким образом, сочетание высокой надежности Белорусской АЭС и постоянного радиационного мониторинга в СЗЗ и ЗН АЭС позволит минимизировать выбросы радиоактивных продуктов распада и последствия их влияния на персонал, население и окружающую среду.

Литература

1. Проект АЭС-2006. Ленинградская АЭС-2. – ФГУП Санкт-Петербургский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Атомэнергопроект», 2007.
2. Основные принципы безопасности атомных электростанций. 75-INSAG-3. Rev.1. INSAG-12. Доклад Международной консультативной группы по ядерной безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2015.
3. Е.А. Иванов, Л.П. Хамьянов. Методологические аспекты оценки риска для населения региона АЭС с учётом возможных радиационных аварий // Атомная энергия, т. 83, вып. 3, 1997. – С. 222.
4. И.И. Крышев, Е.П. Рязанцев. Оценка риска радиоактивного загрязнения окружающей среды при эксплуатации АЭС // Атомная энергия, т. 85, вып. 2, 1998. – С. 158-164.

ФЛУОРЕСЦЕНТНАЯ ДИАГНОСТИКА КАРИЕСА ЗУБОВ

**Л.С. Ляшенко¹, М.П. Самцов², Е.С. Воронай¹, А. В. Бутвиловский³,
В.Р. Гайфулина³, М.В. Бобкова¹**

¹Белорусский государственный университет, Минск, 220030 Беларусь ;

²НИИИПФП им. А.Н. Севченко БГУ, Минск, 220045 Беларусь;

³Белорусский государственный медицинский университет, Минск, 220045 Беларусь ;

Приведены результаты исследований лазерно-возбуждаемой флуоресценции тканей зубов в норме и пораженных кариесом. Показано, что при использовании для возбуждения флуоресценции разработанного спектрометрического комплекса с возбуждением полупроводниковым лазерным источником с длиной волны 684 нм. возможно детектирование глубоко расположенного кариеса.

Введение

Кариес относится к одному из наиболее распространенных заболеваний зубной ткани. Применяемые методы лечения постоянно совершенствуются, разрабатываются новые технологии. Однако успех лечения данного заболевания, как и многих других определяющим образом зависит от его обнаружения на самой ранней стадии развития. Это зависит от используемых методов диагностики. Наряду с многими традиционными методами большими возможностями связываются с методом лазерно-возбуждаемой флуоресценции. Этот метод является одним из неинвазивных способов идентификации патологических изменений биотканей. Метод флуоресцентной диагностики начальных кариозных поражений основан на анализе различий в спектрах флуоресценции интактных

и пораженных кариозным процессом твердых тканей зуба, а также в изменении интенсивности флуоресценции по мере прогрессирования кариозного процесса.

К настоящему времени проведено большое количество исследований для изучения различий в спектрах флуоресценции здоровых твердых тканей зуба и пораженных кариесом [1-4]. В работах [3, 4] установлено, что более интенсивная флуоресценция необратимых кариозных поражений обусловлена наличием в них повышенной концентрации производных порфирина, как продуктов жизнедеятельности кариесогенной микрофлоры. На их присутствие указывает максимум в спектре поглощения около 400 нм, что может представлять собой полосу Сорэ типичную для соединений порфиринового ряда. Несмотря на обилие накопленных данных относящихся к изучению спектрально-люминесцентных свойств тканей пораженных кариесом остаются нерешенными проблемы в понимании механизмов флуоресценции твердых тканей зуба как интактных, так и патологических, а также оптимальные методики и аппаратура для диагностики посредством данной методики.

Объекты и методика эксперимента.

В качестве объектов исследований выступали удаленные по медицинским показаниям зубы, содержащие здоровую эмаль и видимые кариозные пятна коричневого цвета. Исследуемые зубы предварительно очищались от зубных отложений, что позволило избежать ложных результатов, связанных с собственной флуоресценцией зубного камня. Измерения проводились в темноте в отсутствие источников рассеянного света при комнатной температуре.

Для определения относительной интенсивности сигнала свечения и анализа формы спектров флуоресценции использовался разработанный спектрометрический комплекс [5]. Возбуждение спектров флуоресценции осуществлялось полупроводниковым лазером с длиной волны излучения 684 нм и мощностью на выходе 10мВт. Для уменьшения уровня рассеянного света в приборе использовался светофильтр, полоса пропускания которого начинается с 720 нм. Подвод возбуждающего излучения к испытуемой поверхности и сбор света флуоресценции в спектрометре осуществлялся с помощью световода. Наконечник световода защищен слоем пленки ПВХ для предотвращения перекрестного загрязнения. Измерения проводились как в визуально пораженных областях структуры зуба, так и в здоровых. Полученные спектры флуоресценции обрабатывались с использованием программного обеспечения с электронными таблицами (Origin 7.0, OriginLab, США). Наряду с указанным комплексом проведены аналогичные измерения с использованием стационарного аргонового лазера, генерирующего излучение с длиной волны 514 нм, мощность на выходе которого достигает до 350мВт. Излучение аргонового лазера фокусировалось в узкое пятно до 10 микрон, что позволило селективно пространственно возбудить здоровую или пораженную ткань исследуемого зуба. Регистрация флуоресценции проводилась под углом 180 град (геометрия обратного рассеяния). Анализ полученных спектров проводился с использованием гауссовых спектральных функций, что позволило повысить чувствительность дифференциации между различными стадиями кариеса.

Результаты и их обсуждение.

Известно, что пропускание света биотканью, включая образцы эмали человека зависит от длины волны, а максимум пропускания приходится на область терапевтического окна [6, 7]. Соответственно, наиболее подходящим для изучения лазерно-возбуждаемой флуоресценции при диагностике кариеса является использование источников излучения генерирующих свет в «красной» области видимого спектра. Инфракрасное излучение меньше поглощается и рассеивается эмалью, что позволяет ему глубже проникнуть в ткани зуба.

На рис. 1 представлены спектры флуоресценции различных областей зуба при возбуждении светом длиной волны 684 нм. Интенсивность флуоресценции приведена в

условных единицах. Регистрируемые максимумы спектров флуоресценции твердых тканей здоровых и пораженных кариозным процессом расположены на 755 нм. Понятно, что при таком возбуждении и использовании отрезающего фильтра при использовании описанного спектрометра регистрируются лишь длинноволновые участки спектров флуоресценции. Наименьшей интенсивностью флуоресценции обладает интактная поверхность зубов. Интенсивность флуоресценции увеличивается с увеличением степени кариозной деминерализации. Анализ интенсивности флуоресценции позволяет определить границы патологического процесса.

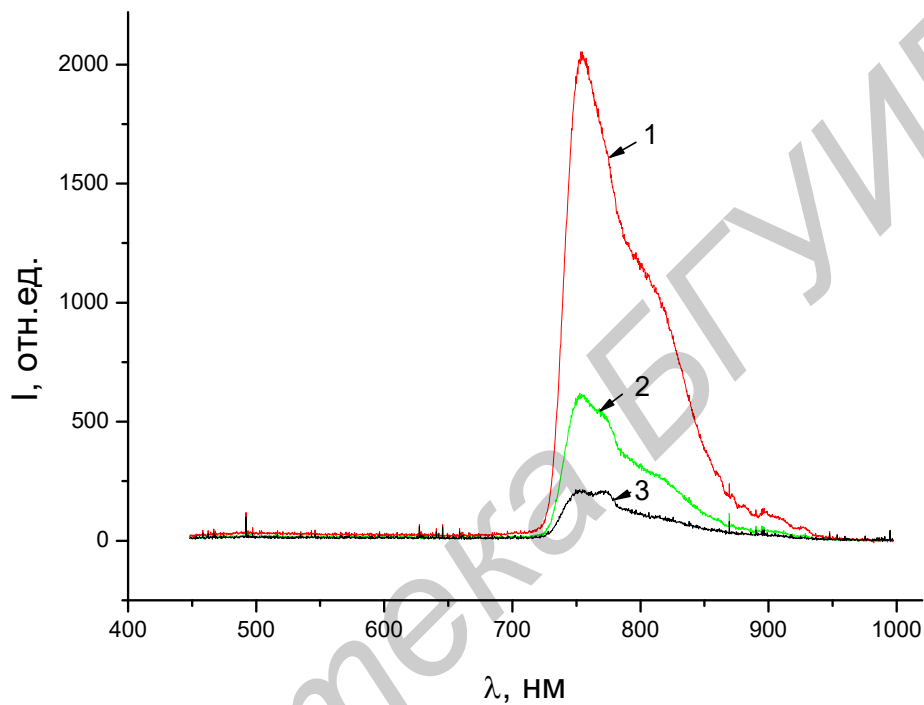


Рисунок 1 – Спектры флуоресценции, зарегистрированные при возбуждении светом длиной волны 684 нм, пораженной поверхности (1), на границе пораженной области (2) и от интактной поверхности (3)

Для более детального определения спектрально-люминесцентных характеристик различных поверхностей зуба проведены исследования флуоресценции при использовании для возбуждения аргонового лазера с длиной волны 514 нм. В полученных спектрах максимум спектра флуоресценции здоровых тканей расположен на 568 нм, а максимум флуоресценции пораженной области находится на длине волны 655 нм (рис.2). При этом наблюдается различие в интенсивностях флуоресценции изучаемых поверхностей. В спектрах флуоресценции неглубокого кариеса наблюдается дополнительный коротковолновый максимум (рис.3). Использование для обработки полученных результатов гауссовых спектральных функций позволило установить, что наблюдаемый спектр флуоресценции является составным от двух областей: интактной и пораженной кариозом. Максимумы полученных после преобразования спектров соответствуют максимумам флуоресценции здоровой и кариозной ткани. Следовательно, узконаправленный луч аргонового лазера при довольно большой мощности излучения возбуждает флуоресценцию не только с внешней поверхности зуба, но и из глубины, затрагивая внутренние ткани.

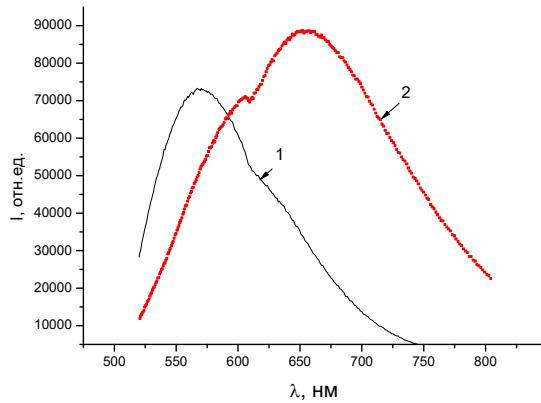


Рисунок 2 - Спектры флуоресценции, зарегистрированные при возбуждении светом длиной волны 514 нм, интактной поверхности (1) и пораженной области (2)

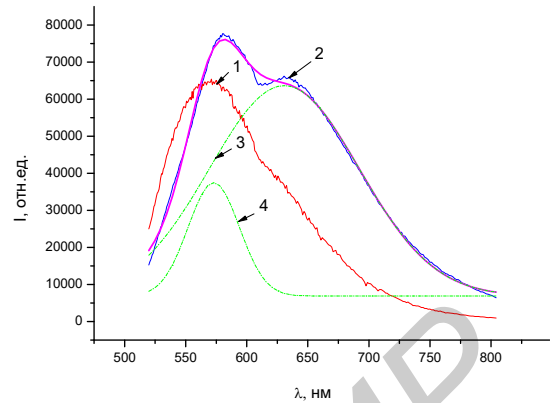


Рисунок 3 – Спектры флуоресценции, зарегистрированные при возбуждении светом длиной волны 514 нм, интактной поверхности (1), пораженной области (2) и полученные после обработки результатов (3,4)

Заключение

Установлено, что определение ранних кариозных изменений с помощью индуцированной лазерным лучом флуоресценции достаточно эффективно достигается при возбуждении излучения данными лазерными источниками. В свою очередь, при использовании для возбуждения длины волны 684 нм становится возможным обнаружения «скрытого» кариеса, так как это излучение находится в области прозрачности тканей зуба, что позволит зарегистрировать сигнал флуоресценции от более глубокого поражения. Следовательно, использование компактного портативного спектрометрического комплекса позволяет эффективно выявлять патологии твердых тканей зубов на анализе различий в уровнях интенсивности свечения интактных и кариозных областей зубной поверхности.

Литература

1. Ekstrand K., Qvist V., Thystrup A. Light microscope study of the effect of probing in occlusal surfaces // Caries Res. 1987. V. 21. P. 368–374.
2. Hibst R., Paulus R., Lussi A. Detection of occlusal caries by laser fluorescence: Basic and clinical investigations // Med. Laser Appl. 2001. V. 16. P. 205–213.
3. Sailer R. Analysis of carious lesions and subgingival calculi by fluorescence spectroscopy / R. Sailer, R. Paulus, R. Hibst // Caries Research. – 2001. – №35. – p. 267.
4. Buchalla W. Comparative fluorescence spectroscopy shows differences in noncavitated enamel lesions / W. Buchalla // Caries Research. – 2005. – №39. – p. 150-156.
5. Самцов М.П., Радько А.Е., Каплевский К.Н., Шевченко К.А. Лазерный спектрометрический комплекс для флуоресцентной диагностики области локализации опухолей. Квантовая электроника: материалы V Междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 22-25 ноября 2004 г.) – Мн.: БГУ, 2004. – 179.
6. Robert H. Wilson, Kyle P. Nadeau, Frank B. Jaworski, Bruce J. Tromberg, and Anthony J. Durkin // Journal of Biomedical Optics 20(3), 030901 (March 2015) Review of short-wave infrared spectroscopy and imaging methods for biological tissue characterization
7. Brodbelt R.H.W., O'brien W.J., Fan P.L., Frazer–Dib J.G., Yu R. Translucency of human dental enamel // J. Dent. Res. 1981. V. 60, № 10. P. 1749–1753.