

УДК 535.361

Вторичное излучение в водных взвесьях АТФ, АДФ и ДНК

08, август 2012

И.И. Сутула

*Студент,
кафедра «Физика»*

*Научный руководитель: В.С. Горелик,
доктор технических наук, заведующий лабораторией «Комбинационное рассеяние»
Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук*

МГТУ им. Н.Э. Баумана
bauman@bmstu.ru

Важным компонентом биологических объектов являются полинуклеотиды, входящие в состав ДНК и РНК. Основная функция этих молекул состоит в хранении и передаче информации, необходимой для существования и воспроизведения биологического объекта. Поэтому всякая модификация структуры полинуклеотида оказывает огромное значение на жизнедеятельность.

Не менее важную роль в процессах жизнедеятельности занимает аденозинтрифосфат (АТФ) и аденозиндифосфат (АДФ). Эти соединения играют исключительно важную роль в обмене энергии и веществ в организме. В частности, главная роль АТФ в организме связана с обеспечением энергией многочисленных биохимических реакций.

Являясь носителем двух высокоэнергетических связей, АТФ служит непосредственным источником энергии для множества энергозатратных биохимических и физиологических процессов. АДФ это нуклеотид, состоящий из аденина, рибозы и двух остатков фосфорной кислоты, обычно в комплексе с ионами магния, образуется в результате дефосфорилирования АТФ. Строение и состав этих веществ отражаются, в частности, в их спектрах фотолюминесценции, а также в спектрах фотолюминесценции простейших микроорганизмов, исследовавшихся в работе [1].

Как известно, квантовый выход фотолюминесценции нуклеиновых оснований, ДНК и РНК, на несколько порядков меньше соответствующего квантового выхода фотолюминесценции триптофана. Согласно данным работы [2] спектры фотолюминесценции нуклеиновых оснований, ДНК и РНК удаётся зарегистрировать лишь при низких температурах.

При модификации структуры ДНК и соответствующих генов изменяется также и исходная генетическая информация. Модификация микроструктуры биологических объектов может происходить под влиянием различных факторов: процессов технологической обработки пищевых продуктов, влияния элек-

тромагнитного облучения, в результате химических процессов замещения атомов, в результате механического смешивания и загрязнения (см. [3]).

Структура молекул ДНК непосредственно связана с видом колебательного и электронного спектров. Сведения об электронных спектрах молекул могут быть получены на основе анализа соответствующих спектров вторичного излучения и, в частности, спектров фотолюминесценции.

Целью данной работы являлось исследование спектров вторичного излучения в водных взвешях АТФ, АДФ и ДНК на основе использования в качестве возбуждающего излучения современных лазерных источников света ультрафиолетового диапазона, а также с использованием двух типов экспериментальных установок: «на отражение» и «на просвет».

Схема используемой экспериментальной установки приведена на рис.1. При этом в качестве источника возбуждающего ультрафиолетового излучения использовалась четвёртая гармоника (266 нм) лазера на алюмоиттриевом гранате(YAG:Nd), генерирующего импульсно-периодическое излучение с длиной волны 1064 нм. Средняя мощность возбуждающего ультрафиолетового излучения на поверхности анализируемого вещества составляла 10 мВт, что позволяло осуществлять анализ объекта без какой-либо его деструкции.

Кварцевые световоды использовались для подведения ультрафиолетового излучения к веществу и для отведения возникающего в анализируемой пробе вторичного излучения к малогабаритному спектрометру типа FSD-8. Используемый тип малогабаритного спектрометра позволял осуществлять регистрацию спектров фотолюминесценции исследуемых веществ в диапазоне 200 – 1200 нм при экспозициях 0,01-0,1 с. От миниспектрометра информация о спектре вторичного излучения передавалась на компьютер. После компьютерной обработки были получены спектры вторичного излучения АТФ, АДФ и ДНК.

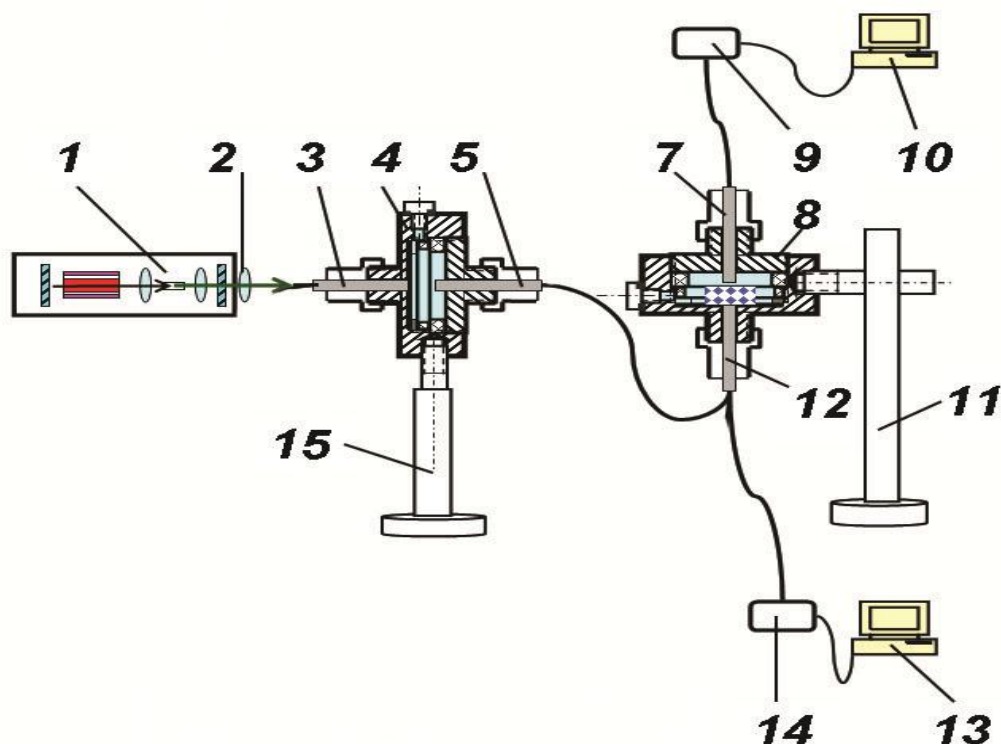


Рис.1. Схема экспериментальной установки. 1 — лазер на алюмоиттриевом гранате; 2— линза; 3— зонд с двумя световодами; 4— кювета в сборе; 5— зонд с двумя световодами; 6— мини спектрометр; 7— зонд с одним световодом; 8— кювета в сборе; 9 —мини спектрометр; 10— компьютер; 11— устройство крепления ; 12— зонд с тремя световодами ; 13— компьютер ; 14— мини спектрометр ; 15—устройство крепления .

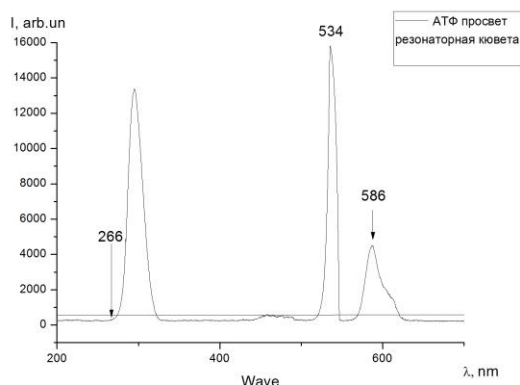


Рис.2. Спектр фотолюминесценции АТФ с использованием резонаторной кюветы с применением схемы на просвет.

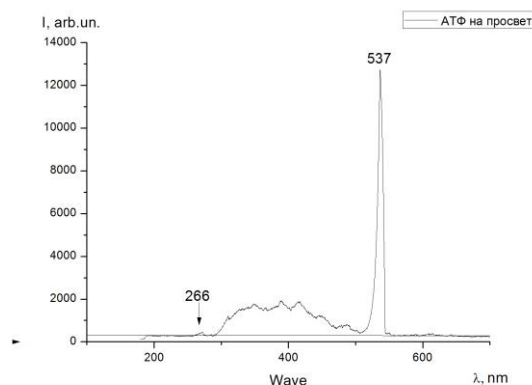


Рис.3. Спектр фотолюминесценции АТФ с использованием нерезонаторной кюветы. с применением схемы на просвет.

На рис.2-3 приведены полученные нами спектры вторичного излучения АТФ с использованием резонаторной и обычной кювет. Во втором случае наблюдается более выраженный спектр, лежащий в диапазоне от 300нм до 500нм. При этом выраженный максимум наблюдается при 390 нм.

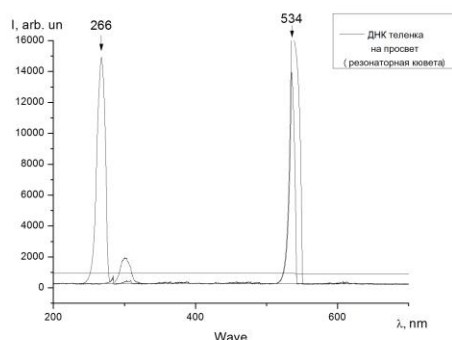


Рис.4. Спектр вторичного излучения ДНК с использованием резонаторной кюветы. Использована схема на просвет.

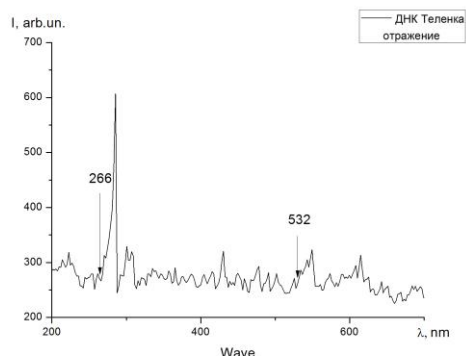


Рис.5. Спектр вторичного излучения ДНК с использованием резонаторной кюветы. Использована схема на отражение.

На рис.4-5 приведены спектры вторичного излучения ДНК теленка с использованием разных схем экспериментальной установки. В случае использования схемы на просвет можно наблюдать более выраженный спектр, лежащий в диапазоне от 300нм до 500 нм. Во втором случае использована схема на отражение, в этом случае спектр менее выражен.

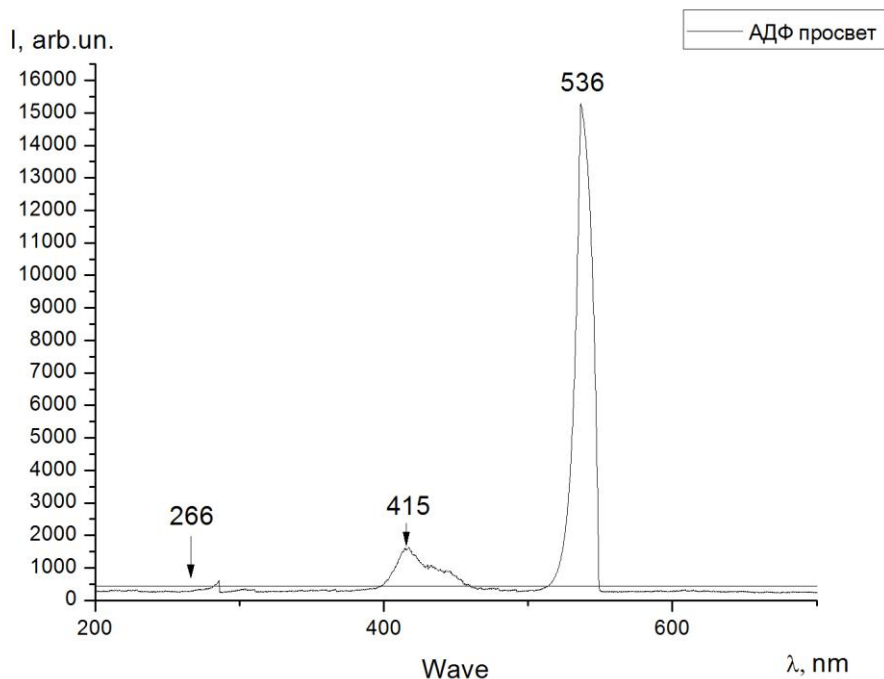


Рис.6. Спектр вторичного излучения АДФ с использованием обычной кюветы. Использована схема на просвет.

На рис.6 приведен зарегистрированный спектр вторичного излучения АДФ при возбуждении импульсно-периодическим лазерным излучением с длиной волны 266 нм при комнатной температуре и экспозиции, равной 1с. В данном случае спектр лежит в диапазоне от 400нм до 500 нм.

Таким образом, установлено, что наиболее эффективным образом фотолюминесценция в водных взвесьях ДНК, АТФ и АДФ возбуждается в резонаторной кювете, в схеме "на просвет". При этом спектры фотолюминесценции оказываются достаточно интенсивными даже при комнатной температуре. В спектре фотолюминесценции ДНК в резонаторной кювете в схеме "на просвет" обнаруживается резкий интенсивный пик в коротковолновой области (300 нм), который можно интерпретировать как следствие усиления вторичного излучения при импульсной лазерной накачке. Такой эффект связан также с тем, что длина волны возбуждающего излучения расположена вблизи края (с коротковолновой стороны) фундаментального поглощения анализируемого молекулярного объекта. Выполненное исследование показывает, что использование лазерного ультрафиолетового импульсно-периодического излучения для возбуждения фотолюминесценции АТФ, АДФ и ДНК, существенно повышает квантовый выход ФЛ и открывает возможность для осуществления лазерной генерации в этих объектах.

Список литературы

1. *М. В. Волькенштейн* "Биофизика" М.: Наука, 1988 с. 593.
2. *П.П. Горяев, В.С. Горелик, Е.А. Козулин, В.А. Щеглов.* Двухфотонно-возбуждаемая люминесценция в твердотельной фазе ДНК. «Квантовая Электроника», **21**, №6 (1994), сс. 603-604.
3. *А.К. Кукушкин* Методы биофизических исследований. Оптические свойства молекул. М., МГУ, 1999, 81с.