

**«Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям
науки и техники»,
Австрия (Вена-Зальцбург), 22 июня – 1 июля 2014 г.**

Биологические науки

ВВЕДЕНИЕ В КВАНТОВУЮ БИОФИЗИКУ

Гавриленкова И.В.

*Московский педагогический государственный
университет, Астрахань,
e-mail: IrinaGavrilenkova@yandex.ru*

Для реализации новых образовательных стандартов разработан профессионально-ориентированный курс «Квантовая биофизика для врача», разработанный на основе продуктивно-деятельностного подхода к обучению в системе непрерывного естественнонаучного образования. Приведем пример.

«Квантовая биофизика является одним из основных направлений развития современной биофизики, которая осуществляет комплексную интеграцию естественных наук – физики, химии и биологии.

Существуют разные определения биофизики.

Так, например, по мнению А.И. Журавлева, квантовой «биофизикой (квантовой биологией) является раздел биологии, изучающий участие в метаболизме эндогенных электронных возбужденных состояний (ЭВС) и излучаемых ими квантов света» [5, с.3].

Согласно определения авторов Ю.А. Владимирова, Д.И. Рощупкина, А.Я. Потапенко и А.И. Деева, «биофизика – одна из фундаментальных биологических дисциплин» [2, с. 3]

Биофизику трактуют и как физику «явлений жизни, изучаемых на всех уровнях, начиная с молекул и клеток и кончая биосферой в целом», «сложных макроскопических молекулярных систем – клеток и организмов» [3, с. 9].

Более широкое определение дается в учебнике «Биофизика» – «наука о наиболее простых и фундаментальных взаимодействиях, лежащих в основе биологических явлений» [1, с. 5].

И можно встретить даже такое ироничное определение, как «Биофизика – это работа врача с прибором, устройство которого слишком сложно для его понимания» [4, с. 9].

Предметом изучения в квантовой биофизике служат, прежде всего, такие физические процессы, как:

- электронная структура биологически важных молекул;
- электронные переходы в биологически важных молекулах;
- пути превращения энергии возбужденного состояния молекул в энергию их продуктов» [2, с. 30].

Как известно, любое биофизическое исследование требует выделения физических явлений и процессов в биологических объектах.

Так, например, Ю.А. Владимиров, Д.И. Рощупкин, А.Я. Потапенко и А.И. Деев считают, что квантовая биофизика должна исследовать:

- структуры электронных энергетических уровней молекул;
- донорно-акцепторные свойства биомолекул;
- электронные переходы при поглощении света веществом и люминесценции;
- свойства свободных радикалов и механизм свободнорадикальных процессов;
- химические превращения электронно-возбужденных молекул, природу первичных фотопродуктов и их реакционную способность;
- механизм хемилюминесценции, связанной с превращением энергии, выделяющейся в ходе биохимических реакций, в энергию электронно-возбужденных состояний [2, с. 30].

В нашем профессионально-ориентированном курсе биофизику мы будем рассматривать как науку, изучающую физические свойства и физические процессы, лежащие в основе функционирования живых организмов.

Однако живые организмы являются достаточно сложными и неоднозначными. Поэтому мы будем использовать обобщенную модель реальных живых организмов с постоянными макроскопическими параметрами (давление, объем, температура), которую назовем биологический объект (БО).

Мы будем описывать физические закономерности, исходя из построенной модели.

Известно, что «модель – это условный образ реального объекта, конструируемый исследователем так, чтобы отобразить характеристика объекта (свойства, взаимосвязи, структурные и функциональные параметры и т.л.), существенные для целей исследования». Выбор модели определяется целями исследования [2, с. 30].

В настоящее время медицине и биологии используют следующие типы моделей: биологические, физические, математические и компьютерные [2, с. 88-89]:

Известно, что биофизика включает в себя молекулярную и квантовую биофизику, биофизику клетки и биофизику органов и сложных систем, патологических состояний.

Таким образом, введем следующее определение: квантовая биофизика – это раздел

биофизики, изучающей физические явления и процессы, возникающие при взаимодействии микрообъектов с биологическими объектами.

Как видно из определения, основу квантовой биофизики составляют понятия о микрообъектах и о биологических объектах.

Определим термин «микрообъект».

Микрообъектами назовем тела, размеры которых находятся в пределах $10^{-15} - 10^{-10}$ м.

Выделим физические тела, размеры которых соответствуют данному определению, и составим следующий перечень микрообъектов: атомы, молекулы, кристаллы, фотон, атомные ядра и элементарные частицы.

Введем понятие биологического объекта, опираясь на следующие определения биофизики, данных М.В. Волькенштейном в разные годы:

«биофизика – это физика явлений жизни, изучаемых на всех уровнях, начиная с молекул и клеток и кончая биосферой в целом» (1981 г.): [4, с. 9].

«биофизика есть физика сложных макроскопических молекулярных систем – клеток и организмов» [3, с. 9].

Как видно из определения, основными биологическими объектами в биофизике выступают молекулы, клетки и сложные системы (биосфера), к которым относится и живой организм.

С точки зрения физики живой организм является открытой термодинамической системой с непрерывным обменом веществом и энергией с окружающей средой.

Из курса физики известно, что термодинамическая система характеризуется следующими макроскопическими параметрами: объем (V), давление (p) и температура (T).

Итак, дадим следующее определение: «Биологический объект (БО) – обобщенная модель реальных биологических объектов, характеризующаяся постоянными макроскопическими параметрами: давлением, объемом и температурой выше абсолютного нуля».

Согласно волновой теории, свет – это электромагнитная волна.

Электромагнитные волны, расположенные в ряд, составляют «шкалу электромагнитных волн». По данной шкале к электромагнитным волнам оптического диапазона относятся:

- инфракрасные лучи, с длиной волны от $3 \cdot 10^5$ нм до 780 нм;
 - видимый свет, в интервале длин волн 780 нм – 400 нм;
 - ультрафиолетовые лучи от 400 нм – 10 нм;
- Причем, свойства этих волн зависят от их длины.

Согласно квантовой теории, свет – это поток квантов (фотонов).

Энергия кванта (фотона) определяется по следующей формуле и зависит от длины волны:

$$\varepsilon = h\nu = \frac{hc}{\lambda_0}, \quad (1)$$

где $h = 6,624 \cdot 10^{-34}$ Дж×с – постоянная Планка; λ_0 – длина волны в вакууме.

Формула импульса фотона имеет вид:

$$p = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}, \quad (2)$$

где m – масса частицы; v – скорость частицы.

Как видно из формул (1) и (2) энергия и импульс кванта (фотона) выражены через волновые характеристики (длина или частота волны в вакууме).

Двойственность природы света (корпускулярно-волновой дуализм) состоит в том, что свет является и потоком фотонов, обладающими волновыми свойствами, и электромагнитной волной, в которой, согласно де Бройля, фотон является элементарной частицей света.

Тогда свет – это поток элементарных частиц света – фотонов (квантов), размер которых соответствуют нашему определению микрообъектов квантовой биофизики.

Поэтому свет можно отнести к микрообъектам квантовой биофизики. Причем, корпускулярные характеристики микрообъекта связаны (энергия, импульс) с волновыми (длина или частота волны):

$$E = h\nu, p = \frac{h}{\lambda}.$$

Итак, свет – это поток фотонов (квантов).

Список литературы

1. Биофизика: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Гуманит. Изд. Центр ВЛАДОС, 1999. – 288 с. ISBN 5-691-00338-0
2. Владимиров Ю.А. Рощупкин Д.И., Потапенко А.Я., Деев А.И. Биофизика: Учебник. – М.: Медицина, 1983. – 272 с.
3. Волькенштейн М. В. Биофизика: учебное руководство. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988 г.
4. Волькенштейн М.В. Общая биофизика: монография. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1978 г.
5. Журавлев А.И. Квантовая биофизика животных и человека: учебное пособие / А.И. Журавлев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: БИНОИ. Лаборатория знаний, 2011. – 398 с. ISBN 978-5-9963-0448-6
6. Рубин А.Б. Биофизика: В 2 т. Т.2.: Биофизика клеточных процессов: Учебник для вузов. – 2-е изд. испр. и доп. – М.: Книжный дом «Университет», 2000. – 468 с.: ил. ISBN 5-8013-0047-3.