

Е. А. Андреев, Л. И. Бережинский, Г. И. Довбешко,
М. П. Лисица, Г. С. Литвинов

РЕЗОНАНСНЫЙ ОТКЛИК КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПЕРЕХОДОВ В КРИСТАЛЛАХ АМИНОКИСЛОТ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Предложен метод, позволяющий выявить узкие резонансы взаимодействия электромагнитного излучения мм-диапазона с аминокислотами α -глицином и β -аланином. Метод основан на обнаруженной чувствительности полос деформационных NH^+ -колебаний в спектре инфракрасного отражения монокристаллов аминокислот к воздействию мм-излучения в диапазоне 37,5—53,5 ГГц. Воздействие имеет резонансный характер с полушириной 40—60 МГц. Проводится сравнение откликов воздействия мм-излучения на спектры монокристаллов аминокислот со спектром поглощения, регистрируемым с помощью стандартной КВЧ-техники.

В последние годы широкое распространение получили исследования по воздействию крайне высокочастотного (КВЧ) излучения на биологические объекты [1—4]. В значительной степени это обусловлено успешным лечением болезней человека путем воздействия КВЧ-излучения на точки акупунктуры [4]. Однако до сих пор не преодолены трудности при интерпретации механизмов взаимодействия КВЧ-излучения даже с простыми биологическими молекулами, не говоря уже о живом организме. Это вызвано, в частности, сложностью постановки прямых экспериментов по регистрации избирательного КВЧ-излучения как простыми молекулами, так и сложными биологическими системами [5, 6].

В работе [7] при исследовании спектров инфракрасного (ИК) отражения монокристаллов β -аланина обнаружены существенные изменения в полосах колебательных переходов при воздействии КВЧ-поля, а именно: перераспределение интенсивностей полос, изменение их формы и частоты, появление тонкой структуры. Установлена существенная зависимость эффекта от ориентации монокристалла относительно электрических векторов ИК- и КВЧ-излучения, а также от частоты и мощности последнего.

В настоящем сообщении приводятся результаты дальнейших исследований резонансного поглощения КВЧ-излучения монокристаллами β -аланина и α -глицина. Первоначально были проведены прямые измерения резонансного поглощения микроволн радиофизическими методами. С этой целью использован прибор «Панорама», позволяющий измерять коэффициент стоячей волны и ослабление. Он состоит из генератора P2-68, генерирующего амплитудно-модулированное излучение с частотой в интервале 37,5—53,57 ГГц, и измерительного устройства Я2Р-67. В схеме измерения поглощения кристалл размерами $3 \times 4 \times 5$ мм располагался в поле поверхностной волны КВЧ-поля, распространяющейся вдоль согласованного диэлектрического волновода. Варьировалась степень связи образца с полем бегущей волны, его ориентация и расположение вдоль оси волновода. Значение прошедшей через волновод мощности КВЧ-поля нормировалось относительно падающей во всем частотном диапазоне. Качество согласования диэлектрического волновода с волноводным трактом в отсутствие образца представлено на осциллограмме (рис. 1, а). Прямая линия, слабо деформируемая шумами, свидетельствует об отсутствии затухания в исследуемом интервале частот. На том же рис. 1 (кривая б) показан характерный вид возмущения, вносимого кристаллическим образцом в систему волнового тракта. Наблюдаемые на осциллограмме провалы представляют собой резонансы затухания КВЧ-поля. Отметим, что полуширина резонансных полос и их положение на шкале частот определяются взаимной ориентацией кристалла и волновода. Поворачивая и перемещая

кристалл вдоль оси волновода, можно получить резонансы практически на любой частоте исследуемого материала. Это свидетельствует о том, что наблюдаемые резонансы обусловлены не только химическим составом и кристаллической структурой исследуемого объекта, но и геометрией (форм-фактором) системы.

Для устранения влияния форм-фактора были выполнены эксперименты, в которых кристалл толщиной 1—2 мм с поперечным сечением, равным сечению волновода, располагался внутри закороченного волновода. Наблюдаемый при этом сигнал имел такой же вид, как и на

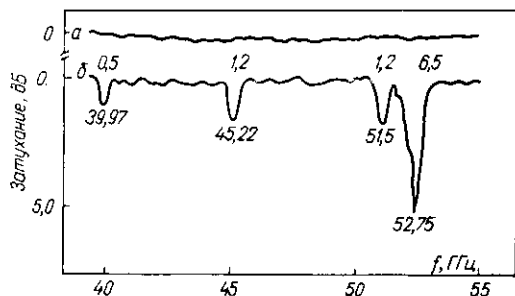
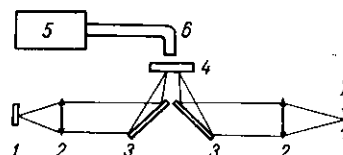


Рис. 1. Характеристика волноводного тракта прибора «Панорама»: а — без образца; б — с монокристаллом α -глицина

Рис. 2. Геометрия эксперимента для регистрации ИК-спектров в момент облучения: 1 — глобар; 2 — линзы; 3 — зеркало; 4 — кристалл; 5 — генератор Р2-68; 6 — волновод; 7 — щель

рис. 1, б. Положение резонансных полос поглощения на шкале частот определялось толщиной кристалла, его формой и положением



внутри волновода. Эти факты служат доказательством того, что, как и в предыдущем случае, резонансы обусловлены форм-фактором. Если же внутри волновода располагался кристалл толщиной 30—50 мкм, никаких резонансов не наблюдалось. Обусловленные форм-фактором в

этом случае устранялись, а диэлектрические резонансы не регистрировались из-за малой величины поглощения КВЧ-излучения в кристалле. (Чувствительность прибора составляла 0,2 дБ.)

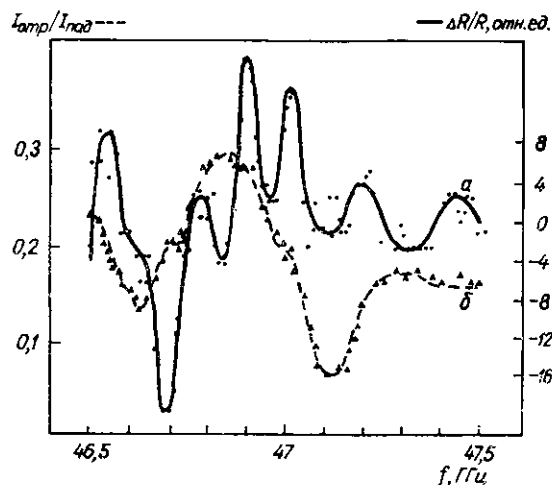


Рис. 3. Спектр действия мм-облучения на отражение ИК-излучения от монокристалла α -глицина на частоте 1520 см^{-1} (NH_3 -деформационное колебание) (а) и характеристика волноводного тракта генератора в схеме мм-облучения кристалла α -глицина в процессе регистрации ИК-отражения (б)

Таким образом, из-за слабого поглощения и влияния форм-фактора зафиксировать непосредственно резонансное поглощение КВЧ-излучения не представляется возможным.

Чтобы исключить резонансы, обусловленные форм-фактором, и определить истинные, измерения выполняли по схеме, изображенной на рис. 2, следующим образом. Перед открытым торцом жесткого волновода располагался кристалл α -глицина или β -аланина. С помощью ответвителей в волноводном тракте устанавливали измерительные головки, фиксирующие энергию КВЧ поля, поступающую в волновод от генератора Г4-141 и отраженную от образца. По этим данным рассчитывали резонансные свойства волноводного тракта в определенном интервале частот.

На рис. 3 (кривая 1) показаны геометрические резонансы волноводного тракта в области частот 46,5—47,5 ГГц с кристаллом α -глицина. Чтобы определить влияние КВЧ-поля на колебательный спектр α -глицина, спектральный прибор устанавливали на максимум полосы отражения 1520 см^{-1} , соответствующей деформационному колебанию группы NH_3^+ α -глицина и наиболее чувствительной к воздействию КВЧ-поля. Варьируя частоту генератора в указанном выше интервале, измеряли отношение $\Delta R/R$, где ΔR — разность величины отражения в

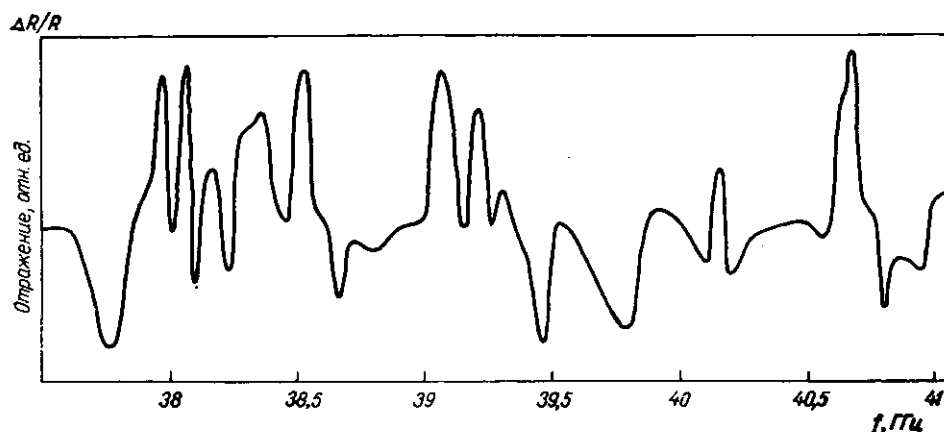


Рис. 4. Спектр действия мм-облучения на отражение ИК-излучения от монокристалла β -аланина на частоте 1505 см^{-1} (NH_3^+ -деформационное колебание)

этой полосе при воздействии КВЧ-поля и при его отсутствии (R). Результаты показаны на рис. 3 (кривая 2). Из сравнения кривых 1 и 2 видно, что экстремумы функции отклика ($\Delta R/R$) на шкале частот, как правило, не совпадают с резонансами затухания волноводного тракта, а в некоторых случаях находятся даже в противофазе с ним. Резонансы, обусловленные поглощением в образце, имеют полуширины порядка 40—60 МГц. Их достаточно много и они дискретны.

Аналогичные измерения, выполненные в диапазоне 37,5—41,0 ГГц с кристаллом β -аланина, представлены на рис. 4, из которого видно, что характеристики резонансов подобны наблюдаемым для α -глицина.

Таким образом, используя в качестве индикатора полосы ИК-отражения монокристаллов, удастся выявить узкие резонансы взаимодействия электромагнитного излучения с аминокислотами в мм-области спектра. Возможные механизмы их возникновения обсуждаются в [8].

Резюме. В роботі описано метод, що дозволяє виявити вузькі резонанси взаємодії електромагнітного випромінювання з амінокислотами в мм-діапазоні. В основі методу лежить знайдена авторами чутливість коливальних переходів монокристалів α -гліцину та β -аланіну до дії мм-випромінювання в діапазоні 37,5—53,5 ГГц. Порівнюються відгуки дії мм-випромінювання на спектри монокристалів амінокислот із спектром поглинання, що реєструється за допомогою стандартної КВЧ-техніки.

Summary. In this paper a method is described allowing to demonstrate narrow resonances of the interaction between electromagnetic radiation and aminoacids in mm-range. The method is based upon the discovered by us sensitivity of α -glycine and β -alanine vibrational transitions to the affect of mm radiation within the range of 37,5—53,5 GHz. A comparison of responses to mm-range radiation of aminoacid monocrystal spectra possessing the absorption spectrum registered by industrial EHF devices has been carried out.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Webb S. I., Booth A. D. Absorption of microwaves by microorganisms // Nature.— 1969.— 222, N 5199.— P. 1199—1200.
2. Андреев Е. А., Белый М. У., Ситко С. П. Проявление собственных характеристических частот организма человека // Докл. АН УССР. Сер. Ю.— 1984.— № 10.— С. 60—64.
3. Fröhlich H. Biological coherence and response to external stimuli.— Berlin: Springer, 1988.— 268 p.
4. Фундаментальные и прикладные аспекты применения миллиметрового электромагнитного излучения в медицине: Тез. докл. I Всесоюз. симпоз. с междунар. участием (10—13 мая 1989 г., Киев).— Киев, 1989.— 404 с.
5. Малцев В. Я., Кашин В. А. Колебательно-релаксационные состояния биополимеров в миллиметровом диапазоне. Теория и эксперимент // Мед.-биол. аспекты мм-излучения.— М.: Изд-во ин-та радиоэлектроники АН СССР, 1987.— С. 175—181.
6. Millimeter wave and Far-infrared spectroscopy on biological systems / L. Genzel, F. Kremer, A. Poglitsch, G. Bechtold // Eds H. Fröhlich, F. Kremer.— Berlin: Springer, 1983.— P. 58—70.
7. Индуцированные миллиметровым излучением изменения в колебательных спектрах β -аланина / Л. И. Бережинский, Г. И. Довбешко, Г. С. Литвинов, М. П. Лисица // Докл. АН УССР. Сер. Б.— 1990.— № 11.— С. 34—37.
8. Воздействие миллиметрового излучения на спектр инфракрасного отражения монокристалла β -аланина / Л. И. Бережинский, Г. И. Довбешко, Г. С. Литвинов, М. П. Лисица // Биополимеры и клетка.— 1991.— 7, № 3.— С. 77—82.

Межотрасл. науч.-инж. центр по физике живого
и микроволн. резонанс. терапии «Відгук» при КМ Украины,
Киев

Получено 04.04.91

УДК 577.3:535.337

Г. С. Литвинов, В. П. Полищук, А. Л. Бойко

ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БАКТЕРИОФАГА T4 ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Исследовано влияние постоянного магнитного поля (ПМП) с индукциями от 0,2 до 2,0 Тл на инфекционность и структуру бактериофага T4 Escherichia coli В. Обнаружено уменьшение инфекционного титра вируса под действием ПМП, которое может объясняться нарушениями его структуры: набуханием и разрушением головок бактериофагов, сокращением чехла отростка, отделением и разрушением хвостового отростка.

Снижение титра с увеличением индукции до 0,4—0,5 Тл обусловлено, по-видимому, определяющим вкладом аномального эффекта Зеемана. При более высоких значениях индукции (0,8—2,0 Тл) дестабилизирующее действие ПМП должно усиливаться за счет того, что наряду с эффектом Зеемана становится существенным ориентирующее воздействие поля на молекулы белков ДНК и вириона в целом.

Введение. Взаимодействие полей и излучений с веществом в различных формах его химической и физической организации является одной из главных гносеологических проблем современного естествознания. Важнейшее значение для успешного изучения этой проблемы имеют исследования процессов и механизмов действия магнитного поля — постоянно присутствующего экологического фактора биологической эволюции в земных условиях — на структуру и функции живого как единства физической и химической форм существования материи на различных уровнях сложности. Несмотря на очевидную теоретическую и прикладную актуальность проблематики, в настоящее время в магнитобиологии сложилась довольно противоречивая ситуация: с одной стороны, весьма большое количество воспроизводящихся экспериментов и бесспорных результатов, а с другой — почти полное отсутствие удов-

© Г. С. ЛИТВИНОВ, В. П. ПОЛИЩУК, А. Л. БОЙКО, 1992