

УДК 616.98-08; 615.849; 577.32+579.6; 577.323; 537.876.4

О ВОЗДЕЙСТВИИ МИЛЛИМЕТРОВЫХ ВОЛН
НА ДНК И РНК ВИРУСОВ

Ихлов Борис Лазаревич, К.ф.м.н., ведущий инженер-исследователь
Пермский государственный национальный
исследовательский университет, Пермь
boris.ichlov@gmail.com

Аннотация. На основе отличий РНК от ДНК получены формулы для собственной частоты крутильных колебаний одинарных и двойных РНК. Показано, что, хотя миллиметровые волны задерживаются кожным покровом организма человека, можно использовать сантиметровые волны, частоты которых кратны собственным частотам крутильных колебаний спиралей коротких ДНК или РНК вирусов. Они вызывают субгармонический резонанс в спиральных РНК и ДНК, что приводит к деструкции этих молекул. Сантиметровые волны нетепловой плотности потока мощности свободно проходят через тело человека, что дает возможность их применения *in vivo*. Составлена таблица с физическими характеристиками ДНК и РНК наиболее опасных вирусов с указанием частот внешнего электромагнитного поля, которые вызывают резонанс в спиральных ДНК и РНК, что приводят к денатурации молекул. В серии экспериментов показано, что облучение микроволнами с резонансной частотой 180,402 ГГц на пробы с covid-19 в течение 20 сек. оказывает дезинфицирующее действие. В опытах с кратной частотой 10,022 ГГц удалось добиться деструкции covid-19.

Ключевые слова: резонанс, репликация, разрывы, мощность, РНК

ON THE EFFECT OF MILLIMETER WAVES
ON DNK AND RNK VIRUSES

Ikhlov B. L.

Perm State National Research University

Введение В [1-3] было доказано, что *in vitro* молекулы ДНК бактерий *E. coli* M17, *M. Avium* и *Mycobacterium Tuberculosis* способны поглощать

сантиметровые волны ЭМП. Это происходит, когда частота микроволнового ЭМП находится в резонансе с собственной частотой крутильных колебаний спирали молекулы ДНК. В модели упругого стержня с использованием формализма Лагранжа и экспериментальных данных была получена общая формула для этих колебаний:

$$f = 21,75BP^{-1/2}T\Gamma\zeta \quad (1)$$

где BP – число пар оснований. Численный коэффициент 21,75 интегральным образом учитывает неоднородность цепи ДНК, ее компактизацию, ее окружение, выдавливание молекул воду при скручивании спирали и т.д.

В результате возбуждения внешним полем крутильных колебаний в молекулах ДНК

резко увеличивается число однонитиевых разрывов в ДНК, и бактерия погибает.

В [4] было показано, что воздействие сантиметровых и миллиметровых волн на короткие ДНК лимфоцитов приводит к резкому увеличению числа однонитиевых разрывов (ОР) в спирали ДНК.

Одинарные РНК

Одинарная молекула РНК имеет вид беспорядочно свернутой цепи. Момент инерции витка одинарной спирали РНК J вдвое меньше, чем у ДНК, следовательно, вдвое меньше BP . Соответственно, собственная частота для РНК в $2^{1/2}$ больше частоты для ДНК. Но и жесткость одинарной цепи вдвое меньше, казалось бы, формула не должна измениться.

Однако в ДНК две связанные спирали вращаются друг относительно друга. Т.е. две спирали ДНК реагируют на микроволны по отдельности, жесткость в (1) при переходе от ДНК к РНК относительно крутильных колебаний можно считать неизменной, следовательно, множитель $\sqrt{2}$ в формуле для РНК сохраняется.

Азотистое основание в РНК, комплементарное аденину, не тимин с молярной массой 126,11334 г/моль, как в ДНК, а урацил с молярной массой 112,08676 г/моль (неметилированная форма тимина). То есть, масса и, соответственно, момент инерции витка спирали меньше.

Воздействию внешнего электромагнитного поля на неупорядоченную РНК скручивает не спиральные участки цепи в спираль, поэтому формула (1) справедлива и для одинарных РНК. В итоге имеем:

$$f_{RNA_SINGLE} = 31,196N^{-1/2} \quad (2)$$

где N - число оснований (не пар). Для РНК с двойной спиралью или для двух РНК в капсиде

$$f_{RNA_DOUBLE} = 22,0589N^{-1/2} \quad (3)$$

где N – число пар оснований.

Геном вирусов

У вируса гриппа абсолютное значение общей молекулярной массы вРНК. в зависимости от метода ее определения варьирует у разных авторов от $4,86 \cdot 10^5$ до $5,9 \cdot 10^6$ дальтон. Поскольку масса одного нуклеотида составляет приблизительно 345 Да, то длины вРНК - от 7000 до 8500 нуклеотидов.

Генетический материал ВИЧ представлен двумя копиями положительно-смысловый (+)РНК.

Число пар нуклеотидов коротких ДНК и РНК вирусов лежит в интервале 100 – 240 000 п.н.

Расчет показывает, что длины РНК или ДНК большинства опасных вирусов отвечают частотам, лежащим в субтерагерцовом (на пределе миллиметрового диапазона), терагерцовом и ИК-диапазонах, и это, казалось бы, не позволяет доставлять излучение непосредственно к зараженной клетке в виду скин-эффекта. Чем меньше длина волны – тем сильнее скин-эффект.

Даже в случае отсутствия нагрева ЭМП миллиметрового диапазона затухает в верхних слоях кожи на толщине 0,2 - 0,8 мм, особенно сильно

ослабление проводящим ростковым слоем (гидратированными белками, молекулами коллагена, клетками соединительной ткани).

Однако возможно использование субгармонического резонанса. Помимо собственной частоты, резонанс возникает также на субгармониках, на частотах вынуждающей силы, которые кратны собственной частоте, например, $\omega = \omega_0 / 2, \omega = \omega_0 / 3, \omega = \omega_0 / 4...$ и т.д. С увеличением кратности интенсивность резонанса быстро убывает, чем больше кратность, тем медленнее нарастание амплитуды [5, 6]. Следовательно, время облучения должно быть увеличено. Под действием вынуждающей силы с частотой в n раз меньше собственной, амплитуда колебаний растет до максимальной, превышающей амплитуду свободных колебаний осциллятора. Таким образом, для воздействия на короткие макромолекулы можно использовать сантиметровые волны с частотами порядка 10 ГГц, частотам которых кратны собственные частоты миллиметрового диапазона. ЭМП таких частот свободно проходит сквозь тело человека. Таким образом, целесообразно рассчитать собственные частоты крутильных колебаний спиралей ДНК и РНК наиболее опасных вирусов и частоты ЭМП в сантиметровом диапазоне, которые приводят к их деструкции. Данные сведены в Таблице 1.

Таблица 1

Физические характеристики геномов вирусов

Название	Длина	Геном	f_1 , ГГц	f_2 , ГГц	Кратность
<i>Monkeypox virus</i>	196 858 bp	ДНК	49,0	9,804	5
<i>Variola major virus</i>	240 000 bp	ДНК	44,4	11,100	4
<i>Adenoviridae</i>	34-36 тыс. bp	ДНК	118 - 114	-	-
HRSV	15 277 bp	ДНК	176	10,351	17
<i>Rhinovirus</i>	10 000 n	РНК	217,5	10,357	21
<i>Hepatitis B virus</i> ,	3200 n	ДНК	f_3	-	-
ВИЧ-1	9180	2 РНК	230,23	10,010	23
<i>Coxsackievirus</i>	7396 bp	ДНК	252,9	10,116	25
<i>Ebola virus Zaire</i>	18 959	РНК	226,56	10,298	22
<i>E.v. Sudan</i>	18 875	РНК	227,07	10,321	22
<i>E.v. Bundo bugyo</i>	18 940	РНК	226,68	10,3035	22
Вирусы гриппа	7000-8500 n	вРНК	372,86-338,37	-	-
A (H3N2)	13 628 n	РНК	267,228	8,35	32
<i>Coronavi</i>	26-30 тыс. n	РНК	193,47-180,11	-	-

<i>ruses</i>					
SARS-CoV-2	29 903	РНК	180,402	10,022	18

Здесь br – пара оснований, n - нуклеотид, f_1 – собственная частота крутильных колебаний спирали ДНК или РНК, f_2 – частота генератора в сантиметровом диапазоне, необходимая для деструкции ДНК или РНК, f_3 – частота, величину которой нужно устанавливать опытным путем.

Экспериментальное подтверждение

В [7] найден способ инактивации вируса гриппа А (H3N2). Отмечено, что коэффициент инактивации выше 50% может наблюдаться во всем исследуемом диапазоне частот 8-8,4 ГГц.

При частоте 8,35 ГГц достигнут 100% коэффициент инактивации, то есть, эта частота является резонансной. Однако в статье есть ряд существенных недочетов. Например, авторами использована сферическая модель вируса [8], то есть, вместе с капсидом, который может иметь форму икосаэдра. Однако РНК вируса – нерегулярная спираль, у нее другая топология, другие свойства, следовательно, другой спектр частот. Хотя авторы установили резонансную частоту не из выбранной модели, а путем экспериментального подбора.

Длина РНК вируса А (H3N2) – 13628 нуклеотидов. Расчет по формуле (2) дает собственную частоту крутильных колебаний спирали вируса 267,228546 ГГц, что с большой степенью точности кратно частоте 8,35 ГГц. Таким образом, данные [23] подтверждают формулу (2).

Косвенным подтверждением формулы (2) являются данные облучения ДНК амебоцитов гемолимфы членистоногих [9].

Соответствующие эксперименты для проверки формулы (2) в плане дезинфекции covid-19 вне организма человека с помощью миллиметровых волн были проведены с помощью генератора типа КВЧ-НД. Исследовались 15 проб, содержащих covid-19 на сухой марле, в изолирующих капсулах. Плотность потока мощности излучения на поверхности капсулы - 3 мВт/см². Анализ облученных проб производился с помощью ПЦР-тестов типа RT-LAMP. При резонансной частоте 180,402 ГГц 3 пробы подверглись облучению в течение 10 сек, результат отрицательный. 4 пробы облучались в течение 15 сек, 1 проба

показала наличие covid-19. 8 проб обучались в течение 20 сек, все пробы показали отсутствие covid-19. При не резонансной частоте 180,0 ГГц было проведено 4 эксперимента, пробы облучались в течение 25 сек, все пробы показали наличие covid-19.

Прямым подтверждением являются данные экспериментов по облучению covid-19 [10]: использовались положительные пробы covid-19. В 14 экспериментах показано, что микроволны на расчетной частоте 10,022 ГГц полностью деструктурируют молекулы РНК covid-19. Отбирались контрольная и экспериментальная положительные пробы, время экспозиции для экспериментальной пробы – 24 часа. Для проверки использовался RT-LAMP-тест. Источником излучения являлся СВЧ-генератор Agilent Technologies E82570 1, для усиления сигнала до 1 Вт использовался усилитель мощности Agilent Technologies E82570. Плотность потока мощности СВЧ-излучения составляла 2,5 мВ/см².

Однако значительно более эффективным способом деструкции РНК вирусов являются вынужденные колебания при периодическом импульсном воздействии. Математическое моделирование с помощью Матлаб при соотношении частот вынуждающей силы и собственной 1/10, показывает на виртуальном осциллографе, что уже на 4-м импульсе амплитуда колебаний удваивается. Наиболее эффективная форма сигнала генератора – знакопеременный меандр с высокой скважностью.

В 6 экспериментах с контролем с положительными пробами covid-19 показано, что использование импульсной технологии позволяет сократить время облучения до 1 часа.

Источником излучения являлся СВЧ-генератор Agilent Technologies E82570 1, для усиления сигнала до 1 Вт использовался усилитель мощности Agilent Technologies E82570. Плотность потока мощности СВЧ-излучения составляла 2,5 мВ/см², скважность $S = 10$.

Заключение

Расчет показывает, что при частотно модулированном сигнале, основная частота которого немного отличается от собственной, возникает резонанс с увеличением амплитуды колебаний, ограниченным потерями энергии.

Таким образом, подтверждено предположение, что микроволны, частота которых совпадает с собственной частотой крутильных колебаний спиралей РНК вирусов, а также их субгармоники приводят к деструкции этих РНК.

Миллиметровые волны могут быть использованы для дезинфекции. Сантиметровые микроволны нетеплового уровня плотности потока мощности свободно проходят сквозь тело человека, действие микроволн с частотами, кратными собственным частотам крутильных колебаний спиралей РНК и ДНК вирусов, приводит к их деструкции. То есть, полученные результаты могут быть использованы в медицине.

Автор выражает благодарность доценту пермского филиала Централизованной клинко-диагностической лаборатории П. В. Попову, к.ф.м.н. ПГНИУ И. Л. Вольхину и доктору технических наук пермского политехнического университета Н. А. Харламовой за помощь в работе.

Литература

1. Б. Л. Ихлов и др. Действие высокочастотного электромагнитного поля на микроорганизмы. Вестник новых медицинских технологий. **24**(2), 141-146 (2017).

2. Б. Л. Ихлов, А. А. Шурыгин, В. А. Дробкова. Возможность бактерицидного действия микроволн на штаммы *Mycobacterium avium* и *Mycobacterium tuberculosis*. Туберкулез и болезни легких. **97**(1), 25-27 (2019).

<https://doi.org/10.21292/2075-1230-2019-97-1-25-27>;

<https://www.tibl-journal.com/jour/article/view/1216>

3. Boris L. Ikhlov. Resonant Absorption of Microwaves by Macromolecules. Open Access Library Journal. Vol.9 No.3, March 2022. ID 1108489 **DOI:** [10.4236/oalib.1108489](https://doi.org/10.4236/oalib.1108489)

<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=116171>

4. Е. Е. Текуцкая, Р. В. Василиади. Структурные повреждения ДНК лимфоцитов периферической крови человека под воздействием физических факторов. Экология человека. 12, 9-14 (2017).

5. В. С. Доев, Ф. А. Доронин. Резонансные режимы в линейных колебательных системах с кратными частотами. Известия Петербургского университета путей сообщения. 1, 17-22 (2006).

6. Бутиков Е. И. Маятник с осциллирующим подвесом (субгармонические резонансы). Компьютерные инструменты в образовании. 1, 31-49 (2011).

7. Szu-Chi Yang, Huan-Chun Lin, Chi-Kuang Sun Efficient Structure Resonance Energy Transfer from Microwaves to Confined Acoustic Vibrations in Viruses. Nature. Scientific Reports, 9 December 2015.

8. Lamb, H. On the Vibrations of an Elastic Sphere. Proc. London Math. Soc. 13. 189. 1881.

9. Ихлов Б. Л. и др. О механизме действия микроволн на членистоногих. Биофизика. 2022. Т. 67. №2. С. 327-332. <https://elibrary.ru/item.asp?id=47997849>

10. Boris L. Ikhlov. Short Spiral Macromolecules in an External Electromagnetic Field. Open Access Library Journal. Vol.9 No.5, May 30, 2022. ID 1108684 DOI: [10.4236/oalib.1108684](https://doi.org/10.4236/oalib.1108684)

<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=117490>