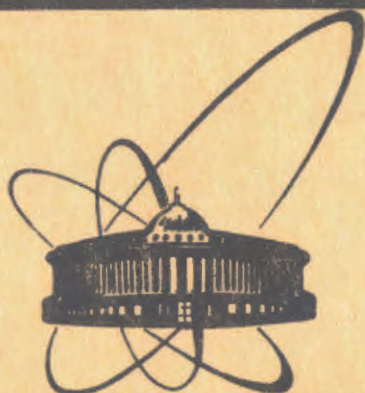


85-193



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

P19-85-193

М.Г.Аносова, М.Н.Бонев, Д.С.Давидков,  
В.И.Данилов, Т.Д.Карвига,  
Л.А.Мельникова, Ю.В.Таран

О СПОНТАННОМ УРОВНЕ ФАГА  
В ЛИЗОГЕННОЙ КУЛЬТУРЕ *E.coli* K12( $\lambda$ )<sup>r</sup>  
В СИЛЬНО ОСЛАБЛЕННОМ  
МАГНИТНОМ ПОЛЕ ЗЕМЛИ

1985

Изучена спонтанная фагопродукция в лизогенной культуре *E.coli* K12( $\lambda$ )<sup>r</sup> в условиях периодического культивирования в жидкой питательной среде одновременно в двух установках. В первой магнитное поле Земли /МПЗ/ было ослаблено до  $10^6$  раз. При этом магнитное поле внутри экрана, обусловленное его остаточной намагниченностью, составляло 0,5-2,0 нТ в диапазоне частот  $2 \cdot 10^4 - 2 \cdot 10^{-1}$  Гц. Во второй установке, служащей контролем, МПЗ оставалась без изменений. Установлено, что в условиях сильно ослабленного МПЗ наблюдается достоверное уменьшение продукции фага лизогенными бактериями.

Основной целью наших исследований являлось изучение влияния сильно ослабленного МПЗ на спонтанную фагопродукцию в растущей лизогенной структуре *E.coli* K12( $\lambda$ )<sup>r</sup>.

В своей работе мы надеялись получить ответы на следующие вопросы:

- 1/ Варьирует ли спонтанный уровень фага в экране и контроле ото дня ко дню;
- 2/ связаны ли эти вариации с изменением МПЗ во времени в период проведения эксперимента;
- 3/ как изменяется общее количество свободного фага в лизогенной культуре в сильно ослабленном МПЗ по сравнению с контролем;
- 4/ как изменяется общее количество бактерий в тех же условиях.

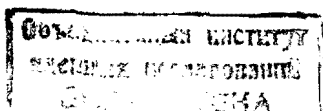
По поводу возможности таких влияний высказываются достаточно противоречивые суждения, а экспериментальные результаты, как правило, имеют плохую воспроизводимость<sup>/1-3/</sup>.

Ранее нами в предварительной серии экспериментов<sup>/4/</sup>, где было использовано ослабление МПЗ до  $10^6$  раз, были получены указания на уменьшение фагопродукции у лизогенных бактерий *E.coli* K12( $\lambda$ )<sup>r</sup> в экране по сравнению с контролем.

Настоящая работа представляет собой более детальное исследование.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для ослабления МПЗ использовался магнитный экран<sup>/5/</sup>. В цилиндрической полости диаметром 12 см и длиной 20 см МПЗ ослаблялась до  $10^6$  раз. Контрольная установка, аналогичная по конструкции, была расположена рядом.



В работе использовались следующие штаммы: *E.coli* K12( $\lambda$ )<sup>r</sup>, лизогенный по фагу  $\lambda$ , не адсорбирующий его на своей поверхности, чувствительный к стрептомицину; *E.coli* C, чувствительный к фагу  $\lambda$ , устойчивый к стрептомицину /500 ед. в 1 мл среды/. Для культивирования бактерий использовались жидкая минимальная среда М9 и бульон Лурия, а для титрования фага - агар Н<sup>16</sup>. Лизогенные бактерии инкубировали в стеклянных культиваторах. В магнитном экране и в контрольной установке заправлялось по 5 культиваторов одновременно. Термостатирование этих культиваторов осуществлялось с помощью одного ультратермостата. В рабочем объеме культиваторов поддерживалась температура 37±0,1°C. Аэрация и перемешивание осуществлялись путем продува стерильного воздуха. Скорость продува составляла 10 л/ч. В течение эксперимента культиваторы не вынимались из установок. Забор проб проводили с помощью шлангов. Определение общего числа бактерий производили с помощью фотоэлектрического калориметра ФЭКМ 56.

Количество свободного фага в растущей лизогенной культуре определяли с помощью стрептомициновой методики<sup>17</sup>.

Прежде, чем начать основной эксперимент, мы убедились в идентичности термостатирования и аэрации культиваторов, находящихся в экране и в контрольной установке.

Культиваторы извлекли из установок и расположили рядом. Ежедневно в течение пяти дней определяли титр свободного фага /количество свободного фага в 1 мл среды/ сразу после того, как культиваторы были засеяны бактериями, что производилось всегда в 18 ч московского времени и после трех- и шестичасовой инкубации. Для шестичасовой инкубации определяли также и общее число бактерий. Проверка на идентичность использованных в эксперименте культиваторов показала, что они не отличаются ни по числу свободного фага, ни по общему количеству бактерий, определяемых с помощью ФЭК. Убедившись в идентичности культиваторов, мы начали основной эксперимент, который проходил с 8 марта по 9 апреля 1984 года с 18 до 24 ч московского времени.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рис.1 представлены средние значения титра свободного фага в лизогенной культуре в экране  $n_3$  и контрольной установке  $n_k$  после трех- и шестичасовой инкубации. Видно, что титр фага в растущей лизогенной культуре варьирует, причем для шестичасовой пробы вариации более выражены, среди них четко выделяются три величины  $n_k$  /9, 16 и 27 марта/. В эти дни в экране также наблюдалось увеличение фагопродукции. Следует отметить, что абсолютное значение разницы между  $n_3$  и  $n_k$  в эти дни было максимальным. Данные для этих трех "пиковых" дней сведены в отдельную таблицу. Остальные величины  $n_k$  и  $n_3$  были распределены по нормальному закону.

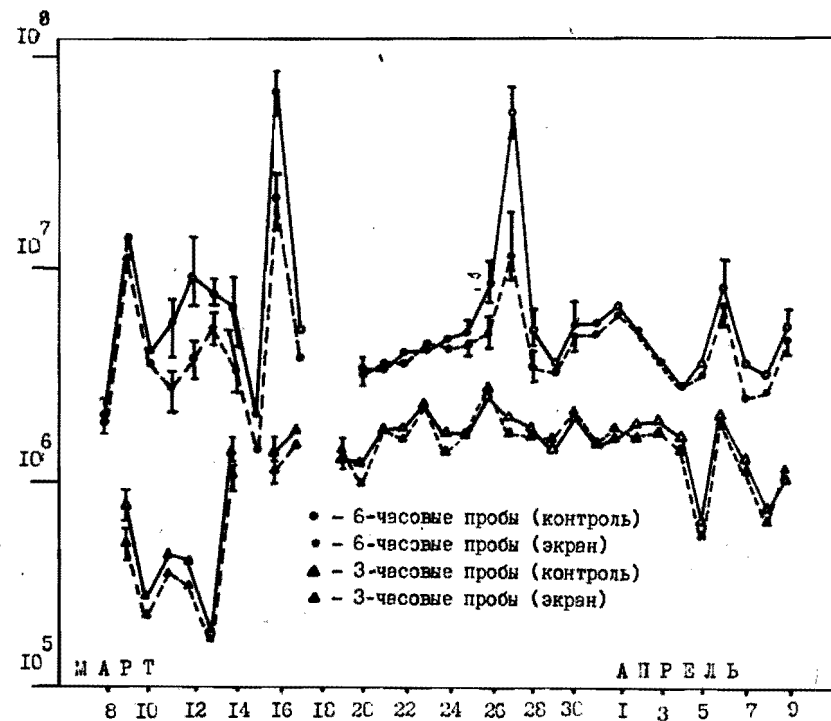


Рис.1. Фагопродукция  $n_k, n_3$ .

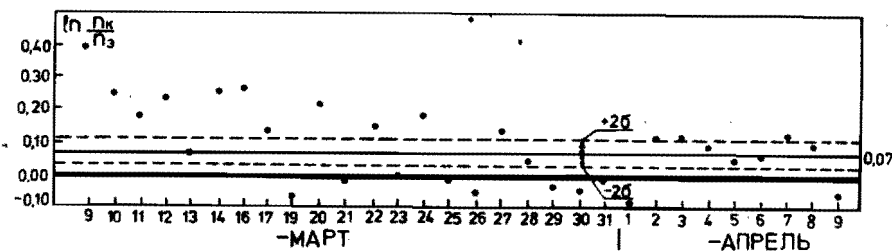


Рис.2

Для более наглядного представления полученных результатов на рис.2 и 3 даны логарифмы отношения  $n_k/n_3$  для трех- и шестичасовой инкубации. Средние значения титра фага во все дни эксперимента для трехчасовой пробы были равны: в экране /1,32±0,02/ · 10<sup>6</sup> в 1 мл, а в контроле - /1,41±0,02/ · 10<sup>6</sup> в 1 мл. Разность между средними достоверная при  $p \leq 0,01$ . В случае шестичасовой пробы средние значения были равны: в экране /3,73±0,06/ · 10<sup>6</sup> в 1 мл, а в контроле - /4,73±0,07/ · 10<sup>6</sup> в 1 мл. Разность между средними

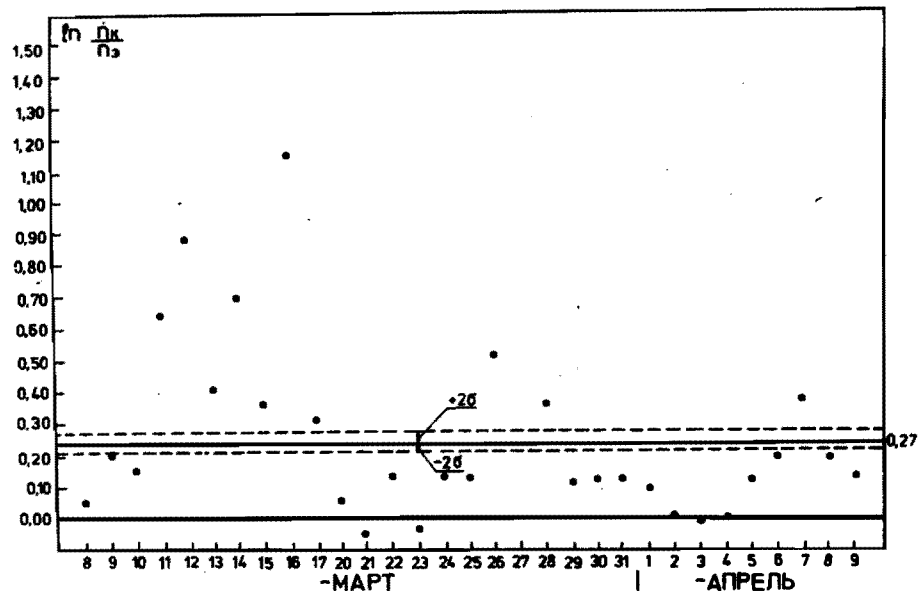


Рис.3

достоверная при  $p \leq 0,001$ . На рис.2 и 3 также видно, что с увеличением времени инкубации разность между средними значениями титра свободного фага возрастает. Так, после трехчасовой инкубации эта разность относительно контроля составляла  $/6 \pm 1/\%$ , а после шестичасовой инкубации -  $/21 \pm 0,6/\%$ . Здесь следует отметить, что  $n_k - n_0$  представляет разность произведения числа индуцированных клеток на среднюю урожайность фага из одной клетки в контроле и в экране. Так как мы не измеряли эти величины, то открытым остается вопрос - за счет чего происходит уменьшение фагопродукции в сильно ослабленном МПЗ.

Величина  $n_k$ , характеризующая спонтанный уровень фагопродукции в лизогенной культуре за период с 8.03.84 по 09.04.84, изменялась более чем на порядок /см. рис.1/. Такие вариации мы наблюдали и ранее<sup>7/</sup>. Очевидно, это связано с влиянием разнообразных внешних факторов, которые определяют физиологическое состояние бактериальной культуры. Сильная прямая корреляция между  $n_k$  и  $n_0$   $/0,85 \pm 0,10/$  для трехчасовой пробы и  $/0,77 \pm 0,12/$  для шестичасовой - указывают на то, что магнитное поле Земли является одним из факторов внешней среды, определяющих спонтанный уровень фагопродукции в лизогенной культуре *E.coli* K12( $\lambda$ )<sup>r</sup>.

В таблице представлены величины  $n_k$  и  $n_0$ , полученные 9,16 и 27 марта. Видно, что уменьшение свободного фага в экране по сравнению с контролем составляет 18, 68 и 79 процентов соответственно. Сопоставление величины  $n_k$  как в обычные, так и в "пико-

Таблица

Дата	$10^6 \text{ мл}^{-1}$		
	$n_0$	$n_k$	$(n_k - n_0) / n_k$
9.03.84	$10,70 \pm 0,10$	$13,10 \pm 0,10$	$0,18 \pm 0,04$
16.03.84	$20,30 \pm 2,10$	$64,40 \pm 7,60$	$0,68 \pm 0,09$
27.03.84	$11,00 \pm 0,80$	$51,80 \pm 5,10$	$0,79 \pm 0,05$

вые" дни с индексами геомагнитной активности  $S_p$ ,  $A_p$  и  $K_p$ <sup>8/</sup>, показало отсутствие какой-либо связи между ними.

Общее количество клеток в лизогенной культуре, определяемое по оптической плотности биомассы, для шестичасовой пробы не различалось в контроле и в экране в пределах ошибки используемого метода.

В заключение можно сказать следующее:

1. В сильно ослабленном МПЗ отмечено уменьшение общей фагопродукции в растущей лизогенной культуре, которое увеличивается со временем инкубации от 6% после трехчасовой инкубации до 21% после шестичасовой.
2. В отдельные дни эксперимента наблюдалось резкое увеличение фагопродукции в растущей лизогенной культуре в контрольной установке. В эти дни экран ослаблял фагопродукцию в лизогенной культуре от 18 до 79%.
3. В сильно ослабленном МПЗ не обнаружено изменений общего числа бактериальных клеток по сравнению с контролем.
4. Между вариациями титра фага  $n_k$  и индексами геомагнитной активности  $S_p$ ,  $A_p$  и  $K_p$  достоверной статистической связи не обнаружено.

Авторы выражают глубокую признательность проф. В.И.Корогодину за постоянное внимание к данной работе, многочисленные обсуждения и замечания, а также В.Н.Боброву за предоставление геофизических данных.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Busby D.E. Space Biomagnetics Space Life Sciences, 1968, 1, p.23.
2. Becker R.O. Med.Electron and Biol.Engin., 1968, 1, p.293.
3. Beisher D.S. Growth *Stafilococcus aureus* in a null magnetic field environment. NAMI, Pensacola, Florida, 32512, April, 1970.

4. Аносова М.Г. и др. ОИЯИ, P12-83-392, Дубна, 1983.
4. Давидков Д.С. и др. ОИЯИ, P13-81-586, Дубна, 1981.
6. Миллер Дж. Эксперименты в молекулярной генетике. "Мир", М., 1976, с.395.
7. Левашов В.С. и др. Проблемы космической биологии. "Наука", М., 1973, т.18, с.189.
8. Заболотная Н.А. Индексы геомагнитной активности. Гидрометеоиздат, М., 1977.

Внимание организаций и лиц, заинтересованных в получении публикаций Объединенного института ядерных исследований

Принимается подписка на препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований.

Установлена следующая стоимость подписки на 12 месяцев на издания ОИЯИ, включая пересылку, по отдельным тематическим категориям:

ИНДЕКС	ТЕМАТИКА	Цена подписки на год
1.	Экспериментальная физика высоких энергий	10 р. 80 коп.
2.	Теоретическая физика высоких энергий	17 р. 80 коп.
3.	Экспериментальная нейтронная физика	4 р. 80 коп.
4.	Теоретическая физика низких энергий	8 р. 80 коп.
5.	Математика	4 р. 80 коп.
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия	4 р. 80 коп.
7.	Физика тяжелых ионов	2 р. 85 коп.
8.	Криогеника	2 р. 85 коп.
9.	Ускорители	7 р. 80 коп.
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных	7 р. 80 коп.
11.	Вычислительная математика и техника	6 р. 80 коп.
12.	Химия	1 р. 70 коп.
13.	Техника физического эксперимента	8 р. 80 коп.
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами	1 р. 70 коп.
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях	1 р. 50 коп.
16.	Дозиметрия и физика защиты	1 р. 90 коп.
17.	Теория конденсированного состояния	6 р. 80 коп.
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники	2 р. 35 коп.
19.	Биофизика	1 р. 20 коп.

Подписка может быть оформлена с любого месяца текущего года.

По всем вопросам оформления подписки следует обращаться в издательский отдел ОИЯИ по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79.

Рукопись поступила в издательский отдел  
18 марта 1985 года.

В Объединенном институте ядерных исследований начал выходить сборник "Краткие сообщения ОИЯИ". В нем будут помещаться статьи, содержащие оригинальные научные, научно-технические, методические и прикладные результаты, требующие срочной публикации. Будучи частью "Сообщений ОИЯИ", статьи, вошедшие в сборник, имеют, как и другие издания ОИЯИ, статус официальных публикаций.

Сборник "Краткие сообщения ОИЯИ" будет выходить регулярно.

The Joint Institute for Nuclear Research begins publishing a collection of papers entitled *JINR Rapid Communications* which is a section of the JINR Communications and is intended for the accelerated publication of important results on the following subjects:

Physics of elementary particles and atomic nuclei.

Theoretical physics.

Experimental techniques and methods.

Accelerators.

Cryogenics.

Computing mathematics and methods.

Solid state physics. Liquids.

Theory of condensed matter.

Applied researches.

Being a part of the JINR Communications, the articles of new collection like all other publications of the Joint Institute for Nuclear Research have the status of official publications.

*JINR Rapid Communications* will be issued regularly.



Аносова М.Г. и др.

P19-85-193

О спонтанном уровне фага в лизогенной культуре *E.coli* K12( $\lambda$ )<sup>r</sup> в сильно ослабленном поле Земли

Изучена спонтанная фагопродукция в лизогенной культуре *E.coli* K12( $\lambda$ )<sup>r</sup> в условиях периодического культивирования в жидкой питательной среде одновременно в двух установках. В первой магнитное поле Земли /МПЗ/ было ослаблено до  $10^6$  раз. Магнитное поле внутри экрана, обусловленное его остаточной намагничённостью, составляло 0,5-2,0 нТ в диапазоне частот  $2 \cdot 10^4 - 2 \cdot 10^{-1}$  Гц. Во второй установке, служащей контролем, МПЗ оставалось без изменений. Установлено, что в условиях сильно ослабленного МПЗ наблюдается достоверное уменьшение продукции фага лизогенными бактериями.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод О.С.Виноградовой

Anosova M.G. et al.

P19-85-193

On Phage Spontaneous Level in *E.Coli* K12( $\lambda$ )<sup>r</sup> in Earth's Strongly Weakened Field

*E.coli* K12( $\lambda$ )<sup>r</sup> spontaneous phage production in liquid nutrient medium in two mountings has been studied simultaneously. In the first mounting the geomagnetic field (GF) was weakened by  $10^6$  times. The remanent magnetism into the screen was 0.5-2.0 nT on the frequency interval  $2 \cdot 10^4 - 2 \cdot 10^{-1}$  Hz. In the second mounting used for control GF was not changed. It was established that under the conditions of weakened GF, the confidence decrease of the carried phage production is observed.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985