

С. Н. Шаповалов

ГРАВИТАЦИОННОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ: ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ФАКТОР ГЕРОНТОЛОГИИ (ЭФФЕКТ ВОРОБЕЙЧИКОВА)

Государственный научный центр «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»,
199397 Санкт-Петербург, ул. Беринга, 38; e-mail: shapovalov@aari.ru

Приведены результаты исследования роста *in vitro Escherichia coli* M-17, полученные при обработке данных наблюдений В. М. Воробейчикова во время движения НЭС «Академик Фёдоров» из Санкт-Петербурга в Антарктиду и обратно, в период с 13.11.2002 по 26.05.2003 г. (48-я Российская антарктическая экспедиция). Получены выводы о зависимости активности роста *in vitro Escherichia coli* от изменения географического положения в планетарном масштабе, что не исключает также зависимость других видов микроорганизмов от пространственного положения в поле тяжести Земли. Установлено, что продолжительность лаг-фазы *Escherichia coli* в экваториальной зоне близка к ее продолжительности в высокоширотной зоне Антарктики, и, вместе с тем, продолжительность лаг-фазы на экваторе и в Антарктике соответствует времени лаг-фазы в момент центральной фазы лунного затмения. Делается вывод о высокой чувствительности *in vitro Escherichia coli* к силе поля тяжести Земли, а также к сизигийным событиям.

Ключевые слова: *Escherichia coli*, лаг-фаза, экватор, Антарктика, поле тяжести, экстремум, сизигийные события

Посвящается памяти

Владимира Михайловича Воробейчикова

Роль геофизических факторов в вопросах геронтологии и хрономедицины относится к числу неизученных предметов. Основной причиной такого положения является отсутствие надежных методов регистрации вариаций геофизических полей электромагнитной и неэлектромагнитной природы в условиях *in vitro*—*in vivo* и, как следствие, отсутствие понимания механизма их воздействия. Особенно проблемными исследованиями являются задачи, связанные с оценкой связи показателей организма человека с гравитационным полем Земли (полем тяжести), степень изменения которого очень мала. Наиболее известным фактором гравитационного воздействия на биосферу являются приливообразующие силы, задающие деятельность морским биоценозам и различным микроорганиз-

мам, участвующим в важных физиологических функциях животных и человека. Несмотря на ничтожные изменения силы поля тяжести от действия Солнца и Луны, эффекты сизигийных событий в микробиологических измерениях регистрируют в виде глубоких экстремумов.

Результаты современных исследований свидетельствуют о том, что факторы гравитационной природы имеют более широкий спектр воздействия на биосферу и существенно выходят за рамки действия приливных сил. Еще на первом этапе установления солнечно-земных связей (1930–1940 гг.) были сделаны выводы о существовании неэлектромагнитного солнечного воздействия на биосферу, в частности, вывод А. Л. Чижевского и С. Т. Вельхова (1936 г.) о заблаговременной, за несколько часов и даже суток, реакции коринебактерий (явление метахромазии) на появление пятен на поверхности Солнца [6]. Сущность вывода состояла в том, что столь заблаговременное воздействие на коринебактерии не может производиться электромагнитными факторами, поскольку их «выход» из глубинных слоев Солнца чрезвычайно маловероятен. В силу этого, А. Л. Чижевским было введено понятие *Z-фактора* — некоторого, пока неизвестного в солнечно-земной физике фактора, обеспечивающего ту часть солнечно-земных связей, которая обуславливает прогностические возможности биосферы [6].

В настоящей работе рассмотрены результаты исследования В. М. Воробейчиковым активности роста микроорганизмов *in vitro Escherichia coli* при изменении географических координат в процессе движения на научно-экспедиционном судне в Атлантическом океане из Северного полушария в Южное и обратно.

Местом обитания *Escherichia coli* в организме человека является толстая кишка, где микроорганизмы активно участвуют в переваривании пищи, выработке аминокислот, витаминов и др.

Материалы и методы

Экспрессный метод определения скорости сбраживания глюкозы в жидкой питательной среде штамма *Escherichia coli* M-17 используют во многих микробиологических, генетических и экспериментальных исследованиях [3, 5]. В организме человека средой обитания *Escherichia coli* является толстая кишка. На рис. 1 представлена кривая роста микроорганизмов в жидкой питательной среде (18–20 ч), которую можно разделить на четыре фазы [1, 2]. Как видно на кривой роста, наиболее активная фаза размножения микробов происходит в экспоненциальной фазе. Лаг-фаза является интервалом времени приспособления микробных клеток к ряду внешних факторов, с которыми они сталкиваются при посеве в новую жидкую питательную среду. Обычно этот интервал приспособления занимает 180–210 мин, в течение которого микроорганизм приспосабливается к новым условиям культивирования и начинает потребление питательных компонентов из среды, в первую очередь глюкозы, выделяя продукты метаболизма. В лаг-фазе *Escherichia coli* остро реагирует на любые физико-химические изменения как в питательной среде, так и в окружающем пространстве [2, 3, 5].

**Методика В.М.Воробейчикова
на НЭС «Академик Фёдоров» в период
48-й Российской антарктической экспедиции**

Первый этап подготовительных мероприятий включает приготовление жидкой питательной среды (бульона) и стерильной посуды. Приготовление питательного бульона для культивирования клеток *Escherichia coli* выполняют из готового сухого порошка. В профильтрованный стерильный бульон добавляют стерильный раствор глюкозы из расчета конечной концентрации глюкозы в растворе 4 % и одну ампулу лиофильно высушенной культуры *Escherichia coli*. Бульон с микробной культурой



Рис. 1. Кривая роста *in vitro* *Escherichia coli* M-17 в жидкой питательной среде

асептично перемешивают и разливают по пробиркам по 10 мл. Для каждого измерения отбирают 15 пробирок с бульоном и посеянными в него микроорганизмами. Для получения экспрессного результата сбраживания глюкозы в жидкой питательной среде *Escherichia coli* применяли два ускоряющих момента: увеличение концентрации глюкозы в питательной среде до 4 % и регистрацию изменения ионного состава жидкой питательной среды при сбраживании глюкозы *Escherichia coli* [2, 3].

Измерения выполняют с помощью диэлектрометра, принцип действия которого основан на методе бесконтактной высокочастотной диэлектрострометрии. Режим работы диэлектрометра задается диапазоном 30–50 МГц [2]. Прибор обеспечен термостатированной ячейкой (37,2 °С), в которую с помощью выносной турбины подается теплый воздух. В качестве измерительной ячейки используют обычную тонкостенную пробирку ПХ-16. В термостатированной ячейке расположено гнездо для размещения пробирки с питательной средой и микроорганизмами. Гнездо имеет две металлические обкладки, между которыми размещена пробирка. Пробирка с питательной средой и микроорганизмами представляет жидкостный конденсатор. Если в пробирке не происходит реакции между микроорганизмами и питательной средой, то настроенный на резонансную частоту стрелочный индикатор генератора будет находиться на нулевой отметке. Если же в пробирке началась реакция сбраживания глюкозы микробными клетками и ионный фон питательной среды (то есть удельная электропроводность) начал смещаться в кислую сторону, стрелка индикатора будет уходить от нулевой отметки. Интенсивность ухода индикаторной стрелки прибора от нулевой отметки будет тем выше, чем активнее будут вести себя микроорганизмы.

Измерения скорости реакции микроорганизмов в пробирке проводят следующим образом. Перед началом регистрации все пробирки с питательной средой и микроорганизмами необходимо прогреть в термостатированной ячейке в течение 3 мин. Стрелка индикатора прибора выводится на нулевую отметку. Включают секундомер и отсчитывают 10 мин. Если за это время стрелка индикатора не сдвинулась и находится на нулевой отметке, пробирку вынимают из гнезда ячейки и возвращают в штатив. За ней следует измерить следующую пробирку и т. д. Таким образом измеряют все пронумерованные пробирки. Показания индикатора отмечают на графике каждые 10 мин пребывания

в лаг-фазе. В отрезке времени 20–180 мин может начаться реакция, которая измеряется отклонением стрелки индикатора на определенное число делений [2].

Результаты и обсуждение

С помощью описанной методики в период с 13.11.2002 по 26.03.2003 г. при следовании НЭС «Академик Фёдоров» из порта Кейптаун (ЮАР) в Антарктиду и обратно, В. М. Воробейчиковым проводились ежедневные наблюдения по продолжительности лаг-фазы *Escherichia coli*. Наблюдения сопровождалась спутниковыми данными

координат судна, по которым строили абсциссы изменения времени лаг-фазы в географическом пространстве. На рис. 2 приведены распределения значений продолжительности лаг-фазы *Escherichia coli* по долготе и широте за весь период наблюдений. Как видно из данных рисунка, изменения лаг-фазы по долготе ограничены в пределах $W19^{\circ}–E93^{\circ}$, так как маршрут судна в Антарктику проложен вблизи нулевого меридиана, а при подходе к широтам Антарктики задается планом работ по станциям, расположенным, преимущественно, в Восточном полушарии. По этой причине было бы неправильным использовать усреднение точек,

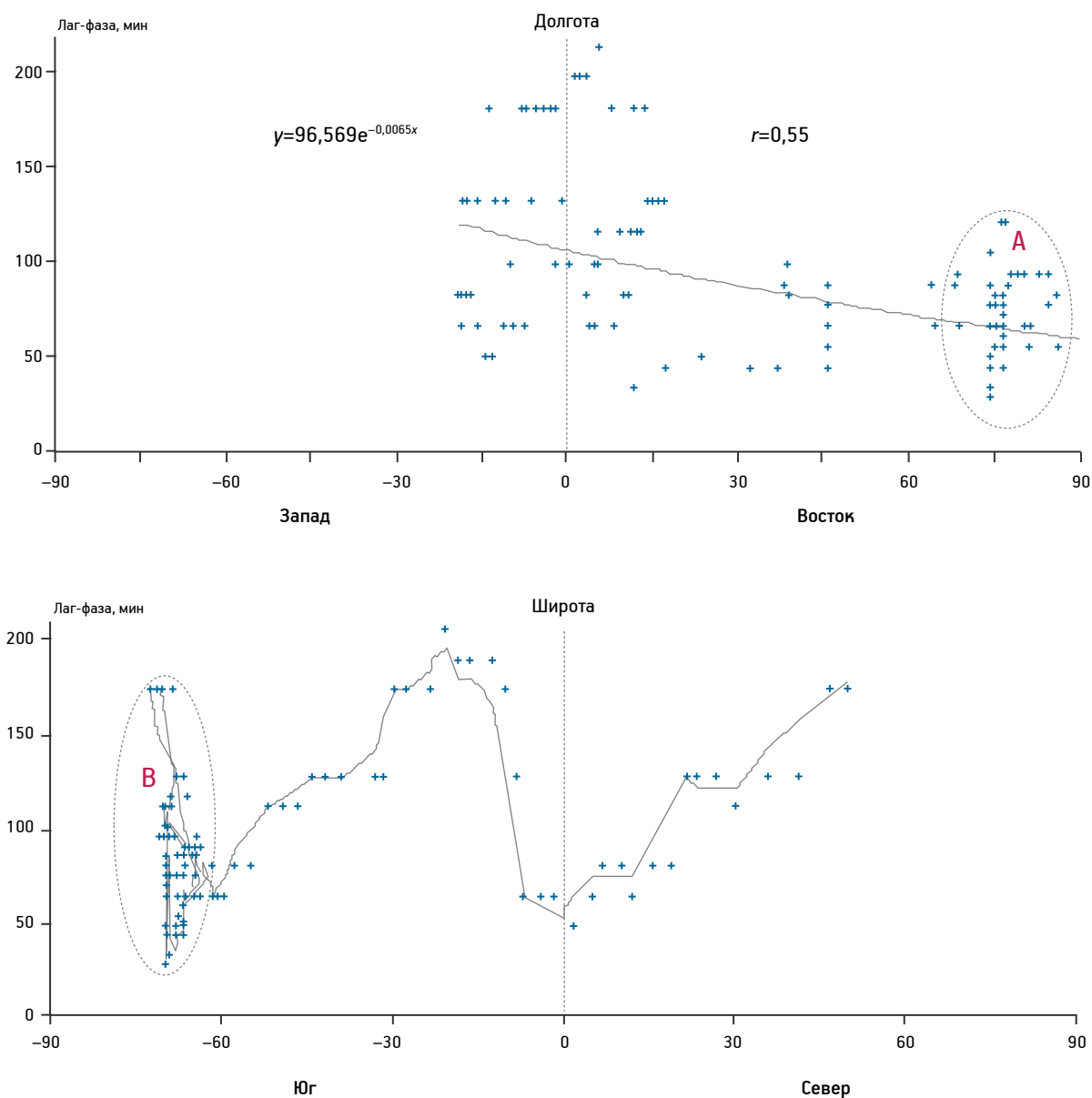


Рис. 2. Зависимость продолжительности лаг-фазы *in vitro* *Escherichia coli* M-17 от изменения географических координат при движении НЭС «Академик Фёдоров» за период с 13.11.2002 по 26.03.2003 г.

представленное в виде экспоненциальной функции, как установленную зависимость продолжительности лаг-фазы от долготы. Ее эмпирическая оценка может быть получена лишь при более масштабном долготном разрезе Западного и Восточного полушарий. На рис. 2 (низ) просматривается функциональная зависимость лаг-фазы от широты в разных полушариях, в которой выделяются экстремумы и асимметричность хода относительно экватора. Экстремумы-*min* наблюдаются в экваториальной и высокоширотной зоне Антарктики, а экстремумы-*max* — в субэкваториальных широтах Южного и умеренных широтах Северного полушарий.

В Северном полушарии время лаг-фазы увеличивается при возрастании широт, а в Южном оно при возрастании широт как увеличивается (субтропики от S10° до S25°), так и уменьшается (Антарктика). На графиках обозначены поля А и В с точками наблюдений лаг-фазы во время дрейфа или стоянок на якоре НЭС «Академик Фёдоров» вблизи береговых антарктических станций.

Практически все приборы создают шумы разного уровня, представляющие артефакты в показаниях измерений. В случае измерений продолжительности лаг-фазы по методике В. М. Воробейчикова недостоверность данных могла бы быть связана исключительно с неустойчивой работой или неисправностью термостатированной ячейки. Изменение времени лаг-фазы в этих случаях будет ошибочным за счет влияния температуры воздуха за бортом. При приближении к экватору температура воздуха имеет линейную зависимость от

широты, вследствие чего функциональная зависимость времени лаг-фазы от температуры воздуха будет близка к виду параболы с вершиной на оси экватора (рис. 3). Температура воздуха за бортом между минимумом лаг-фазы на экваторе и минимумом в высоких широтах Антарктики составляет $\pm 30^\circ\text{C}$, что противоречит версии влияния температуры на рост микроорганизмов. Влияние гравитационного поля Земли на работу отдельных узлов диэлектromетра или его электрическую схему исключается из-за невозможности такового физического воздействия. Приведенные доводы свидетельствуют об отсутствии влияния шумов прибора или неисправности его узлов на полученные значения лаг-фазы.

Важным аргументом, свидетельствующим о чувствительности *Escherichia coli* к гравитационным воздействиям, является изменение продолжительности лаг-фазы во время солнечных и лунных затмений [7]. На рис. 4 приведены графики изменений времени лаг-фазы во время лунного и солнечного затмений в 2002 г. (Санкт-Петербург). Из данных рисунка видно, что экстремальные значения времени лаг-фазы характерны для центральных стадий затмений. Особенно интересным является минимизация лаг-фазы во время солнечного затмения. Сравнения значения лаг-фазы на рис. 3 и 4 (верх), можно сделать вывод, что время лаг-фазы в экваториальных и антарктических широтах соответствует времени лаг-фазы центральной стадии лунного затмения (50–60 мин). Экстремальная реакция *Escherichia coli* на цен-

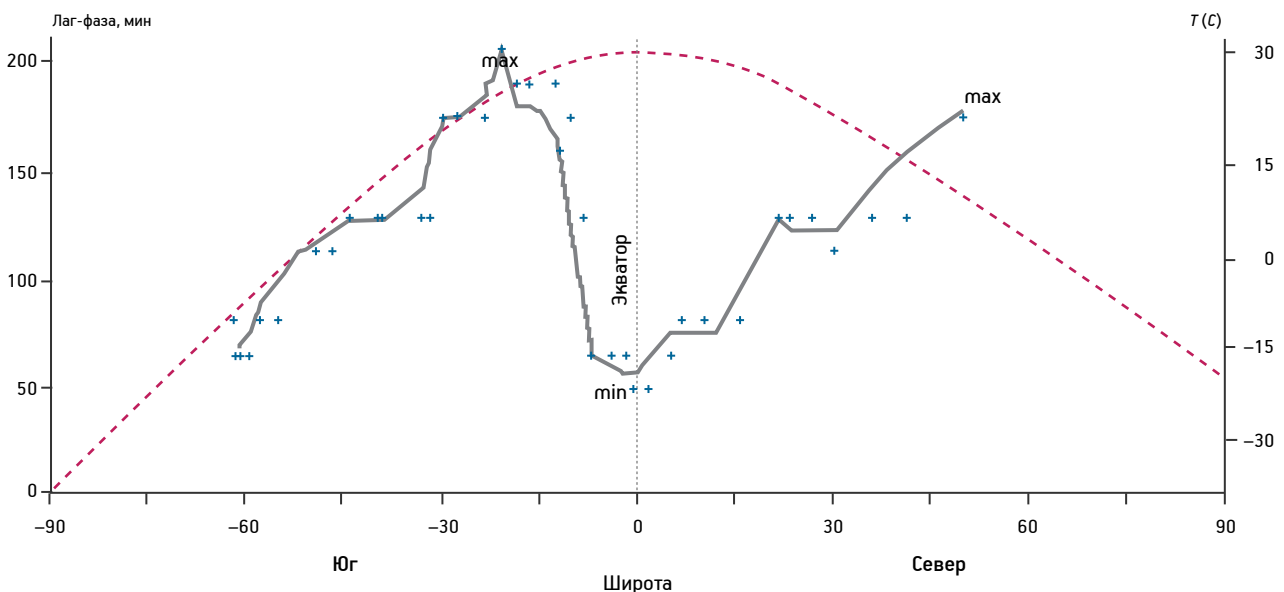


Рис. 3. Сравнение полученной зависимости продолжительности лаг-фазы *in vitro* *Escherichia coli* M-17 от географических координат с распределением среднегодовых значений температуры забортного воздуха на широтах Северного и Южного полушарий (пунктир)

тральную стадию солнечного затмения свидетельствует о значительном влиянии экранирования Луной Солнца, превышающим по силе воздействия влияние лунного затмения, а также меньшие влияния — полнолуния, новолуния и силы поля тяжести. Так как солнечные затмения бывают полными, кольцевыми и частными, то в диапазоне индикации солнечных затмений методом лаг-фазы следует ожидать максимальные и минимальные критерии роста микроорганизмов. Кроме того, затмения происходят для каждого географического места периодически, с периодом 6585,3 сут (Сарос), что дает возможность прогнозировать деятельность микроорганизмов на большом временном интервале. Так как полнолуния, новолуния и затмения являются строго периодическими явлениями, можно полагать, что активность некоторых функций животных и человека регулируется, в определенной степени, периодами этих сизигийных событий.

Заключение

Гравитационное поле Земли сформировано неоднородным строением земной коры, а также существующими в ней тектоническими напряжениями. Минимальные значения средней силы тяжести на Земле достигаются в экваториальных широтах, а максимальные — в высоких широтах полушарий. Гравитационный вклад Солнца и Луны в его составляющую минимален, $\sim 0,24$ мГал. Единицу Гал используют в геодезической гравиметрии при измерениях силы тяжести (г) [4].

На примере эксперимента с *in vitro Escherichia coli* впервые показана возможность исследования чувствительности микроорганизмов к изменению значений силы поля тяжести. На основе выявленной чувствительности *in vitro Escherichia coli* к силе поля тяжести следует ожидать идентичную реакцию *Escherichia coli* в среде обитания человека (*in vivo*). Механизм гравитационного воздействия силы поля тяжести на *Escherichia coli* является неизвестным, как и при воздействии силы поля на другие живые и неживые объекты. Для его изучения необходимо развитие некоторых теорий в физике, например квантовой гравитации, целью которой является квантовое описание гравитационного взаимодействия.

Строение *Escherichia coli* включает хорошо изученные внутриклеточные структуры: пили, клеточная стенка, плазмида, плазматическая мембрана, рибосомы, кольцевая ДНК, запасные питательные вещества. По мнению автора, чув-

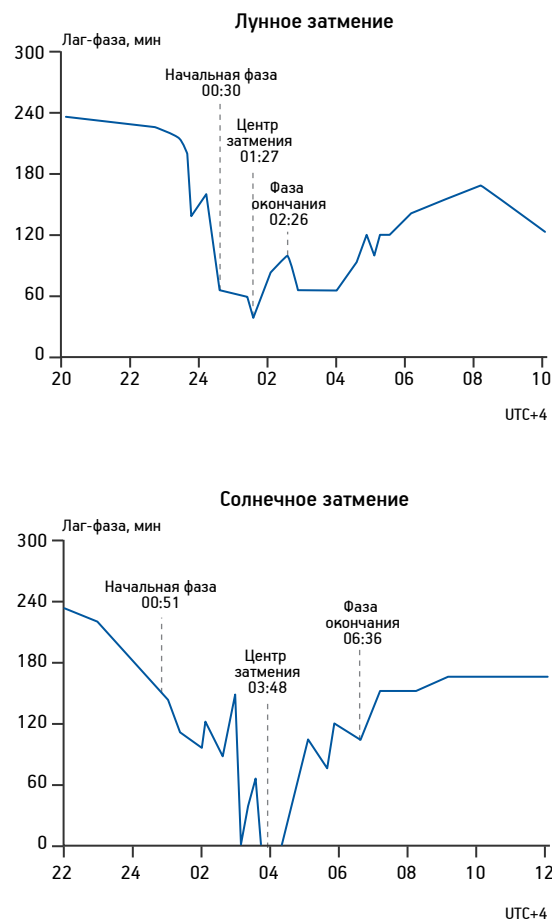


Рис. 4. Изменение продолжительности лаг-фазы *in vitro Escherichia coli* M-17 в ходе лунного затмения 24.06.2002 г. и солнечного затмения 10.07.2002 г. в Санкт-Петербурге

ствительность *Escherichia coli* к изменению значений силы поля тяжести обеспечивается за счет электронных или внутриядерных энергетических уровней пока неизвестной внутриклеточной структуры микроорганизма. Ее выявление в будущем позволит определить грависенсорные субъекты и их локализации в организме. На основе грависенсорной структуры представляется перспективным создание молекулярного робота, который по гравитационной природе уже будет оснащен программой по коррекции энергетического уровня квантовых систем поврежденной клетки, то есть систем из электронов, протонов, нейтронов и др. Очевидно, что любая биологическая среда существует лишь за счет поступления энергии, уменьшение или отсутствие которой приводит к борьбе или смерти.

Крайне интересным для будущих исследований может быть эксперимент по одновременному наблюдению активности роста одного вида микроорганизмов в разнесенных географических точках,

на которых отмечаются экстремальные значения силы поля тяжести с разным знаком. На территории России наиболее удачными точками для проведения таких наблюдений являются о. Уруп (Курильские острова) и приграничный район юго-западнее Иркутска, вблизи озера Хубсугул (Монголия). Интенсивность аномалий силы тяжести в этих районах составляет более $+240 \text{ мГал}$ и менее -240 мГал , соответственно. Результаты наблюдений могут послужить фундаментальным выводам о роли малой величины и знака силы поля тяжести в процессах биологического старения и витаукта. Также прогнозируется вывод о старении как о запрограммированном силой поля тяжести Земли и периодами движений Земли и Луны в процессе жизни человека.

Эволюция биосферы невозможна без Солнца и без движения Земли и Луны по орбите. На вопрос о средней продолжительности жизни человека без Луны, наверно, никто не ответит, так же как и на вопрос о продолжительности жизни при двух и более Лунах. В Солнечной системе по условиям существования жизни вторым небесным телом после Земли является Европа, спутник Юпитера. Но можно ли представить развитие *Escherichia coli* на Европе, которая подвергнута мощнейшему гравитационному воздействию со стороны Юпитера и еще 66 спутников в его системе (Европа — 67-й спутник)? Если на Европе и существуют микроорганизмы, то их разнообразие, вероятно, узко ограничено воздействием системы Юпитера. Или вопрос о том, как исчислять длительность жизни при прямолинейном движении Земли? Возможно ли старение организма в бесконечном прямолинейном движении? Существует ли космическая роль в «ге-

нах Мафусаила»? На эти вопросы предстоит искать ответы, так как есть глубокий смысл в том, что у нас одна Луна, с которой движемся по годовому кругу. Большая часть ответов зависит от развития фундаментальных программ при поддержке РАН и РАМН. Одной из них может быть программа по организации долготно-широтной мониторинговой сети наблюдений за реакцией биосенсоров и показателей психофизиологических функций человека на сизигийные события в различных географических пунктах планеты.

Изменение активности роста микроорганизмов при разном географическом положении предлагается для будущих исследований назвать «*эффектом Воробейчикова*».

Литература

1. Андреев В.С., Баштанов А.В., Воробейчиков В.М., Матыко Н.А. Регистрация изменения ионного состава жидкой питательной среды // Лаб. дело. 1972. № 9. С. 554–557.
2. Воробейчиков В.М., Трошичев О.А., Горшков Э.С., Степанов В.М. Влияние гравитационных возмущений на поведение человека и высших животных // Пробл. Арктики и Антарктики. 2008. № 2 (79). С. 125–133.
3. Воробейчиков В.М., Горшков Э.С., Шаповалов С.Н. и др. Особенности поведения *E. coli* в начальной стадии культивирования глубинным методом // В сб.: Механизмы действия сверхмалых доз: Тезисы III Междунар. симпозиума. М., 2002. С. 173.
4. Грушинский Н.П., Грушинский А.Н. В мире сил тяготения. М.: Недра, 1971.
5. Перт С.Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток (пер. с англ.). М.: Мир, 1978.
6. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. М.: Мысль, 1973.
7. Vorobeichikov V.M., Gorshkov E.S., Shapovalov S.N. et al. Influence of the Moon Position on Behavior of *Escherichia coli* // Biophys. 2004. Vol. 49 (Suppl. 1). P. 68–72.

Adv. geront. 2016. Vol. 29. № 1. P. 23–28

S.N. Shapovalov

THE GRAVITY FIELD OF THE EARTH: GEOPHYSICAL FACTOR OF GERONTOLOGY (THE VORBEICHIKOV EFFECT)

State Research Center «Arctic and Antarctic Research Institute», 38, ul. Beringa, St. Petersburg 199397;
e-mail: shapovalov@aari.ru

The results of investigations of the growth *in vitro* of *Escherichia coli* M-17, obtained in the processing of V. M. Vorobeichikov observational data during the movement of the scientific expedition ship «Akademik Fedorov» from St. Petersburg to Antarctica and back, in the period from 13.11.2002 on 26.05.2003 (48th Russian Antarctic expedition). The findings based on the growth *in vitro* of *Escherichia coli* from changes in geographical location on a planetary scale, that doesn't eliminate the dependence of other species of microorganisms from the spatial position in the gravity field of the Earth. It is established that the duration of the lag phase of *Escherichia coli* in the Equatorial zone close to its duration in the high-latitude zone and Antarctic, however, the duration of the lag phase at the equator and the Antarctic corresponds to the time of the lag phase at the time of the Central phase of the lunar Eclipse. The conclusion about high sensitivity *in vitro* of *Escherichia coli* to the field of gravity of the Earth, and to syzigium events.

Key words: *Escherichia coli*, lag-phase, the equator, Antarctica, the gravity field, the extremum, syzigium events