

ГЛОБАЛЬНАЯ СЕЙСМИЧНОСТЬ КАК МАРКЕР БИОТРОПНОГО ФАКТОРА СРЕДЫ

© 2025 г. М.Е. Диатронов*, #, С.М. Слесарев**

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Ленинский просп., 33, Москва, 119071, Россия

**Ульяновский государственный университет, ул. Льва Толстого, 42, Ульяновск, 432017, Россия

#E-mail: diatrom@inbox.ru

Поступила в редакцию 19.03.2024 г.

После доработки 13.04.2024 г.

Принята к публикации 17.04.2024 г.

Проведено сопоставление динамики двигательной активности хомячков с числом сильных землетрясений магнитудой ≥ 4.5 . Выявлена положительная корреляционная связь между суммарной суточной двигательной активностью, рассчитанной за период с 18:00 предыдущего дня по 18:00 часов текущего дня, с глобальной сейсмической активностью текущего дня ($r = 0.34$, $p = 0.02$). Многочисленные локальные афтершоки не влияют на исследуемый биологический показатель. Полученные данные указывают на то, что не последствия влияния землетрясений на геосферу действуют на животных, а глобальная сейсмическая активность является лишь маркером искомого биотропного фактора. Более того, в продолжительном двухцентровом исследовании (Москва и Ульяновск) установлен факт положительной корреляции ($r = 0.42$, $p = 0.003$) интенсивности флуктуаций скорости счета от природного изотопа калий-40 с уровнем глобальной сейсмичности (без учета афтершоков). С учетом выявленной ранее связи между флуктуациями скорости счета от ^{40}K и биологическими параметрами этот факт указывает на существование некоего общего влияния на активность животных, радиоактивный распад и глобальную сейсмичность.

Ключевые слова: триггеры землетрясений, собственные колебания Земли, сейсмогравитационные волны, флуктуации радиоактивности, инфрадианные биологические ритмы.

DOI: 10.31857/S0006302925010209, EDN: LUCFMC

Настоящая публикация является продолжением цикла исследований, направленных на поиск биотропного фактора среды, влияющего на активность животных, как в инфрадианном (около 4-суточном), так и ультрадианном (внутрисуточном) диапазоне периодов. В предыдущей работе нами было показано, что флуктуации скорости счета от природного изотопа калия-40 синхронизированы с ультрадианными ритмами активности животных, при этом анализ одновременных записей в Москве и Ульяновске установил связь этих ритмов не по глобальному, а по местному солнечному времени [1]. Таким образом, с одной стороны, периоды ультрадианных биологических ритмов [2] и флуктуаций радиоактивного распада [3] соответствуют гармоникам собственных колебаний Земли, а с другой, фаза ритма смещается с востока на запад со скоростью вращения Земли [1].

Собственные колебания Земли, имеющие глобальный характер, усиливаются после очень крупных землетрясений [4, 5]. Однако даже в отсутствие крупных землетрясений в показаниях

гравиметров регистрируются как гармоники, близкие к собственным колебаниям Земли, так и более низкочастотные сейсмогравитационные волны [6–8]. Ряд авторитетных геофизиков указывает, что эти колебания могут быть триггерами землетрясений [4, 5, 9]. Следовательно, учитывая связь между активностью животных и 10–90-минутными колебаниями литосферы, наблюдающихся в показателях длиннобазового лазерного интерферометра-деформографа [10], можно ожидать связь глобальной сейсмичности с активностью животных.

Локальными предвестниками землетрясений являются: усиление микросейсмической активности и акустических шумов, выход радона из грунта, повышение концентрации аэроионов [11], а также электромагнитными возмущениями [12, 13], которые могут влиять на животных. Потенциальная возможность использования животных в качестве предвестников землетрясений объясняется влиянием на них геофизических факторов, связанных с повышенной напряженностью литосферы в очаге формирования

землетрясения [14–16]. Однако в работе [17] указывается, что процессы, происходящие в зоне подготовки землетрясения, могут вызывать сейсмогравитационные волны и соответствующие гравимагнитные вариации, имеющие глобальный характер.

Другой аспект данной проблемы заключается в наличии связи активности животных с флуктуациями скорости счета от природного изотопа ^{40}K [18]. Вместе с этим, гармоника собственных колебаний Земли регистрируются как в скорости радиоактивного распада, так и в динамике температуры тела мелких млекопитающих [2, 3]. Следовательно, можно предположить, что флуктуации радиоактивного распада как-то связаны с колебаниями литосферы, т. е. являются либо их отражением, либо опосредованы причиной этих колебаний. Нужно отметить, что наши исследования проведены в сейсмически спокойном регионе, где отсутствуют локальные влияния очагов формирования землетрясений. Учитывая возможное локальное влияние на интенсивность флуктуации распада ^{40}K погодных условий, наши исследования были проведены в двух географических точках (Москва и Ульяновск).

Цель — оценить возможную связь числа крупных землетрясений магнитудой ≥ 4.5 с суммарной суточной активностью хомячков и интенсивностью флуктуаций скорости счета от ^{40}K .

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Динамику двигательной активности регистрировали у молодых половозрелых самцов джунгарских мохноногих хомячков (*Phodopus sungorus*), возрастом 3–4 месяца ($n = 7$), полученных из vivария ИППЭ РАН. Двигательную активность животных измеряли при помощи имплантированных внутрибрюшинно датчиков ДТН4-28/ТЛ4-28 (ООО «ЭМБИ РЕСЕРЧ», Новосибирск) со встроенным 3D-акселерометром. Внутрибрюшинное внедрение датчиков проводили не позднее, чем за 2 недели до начала эксперимента, в качестве анестетика внутримышечно вводили золетил в дозе 5–7 мг/кг (Virbac Sante Animale, Франция). Данные накапливались в памяти датчика в течение 20 сут, а затем считывались бесконтактным способом. Показателем двигательной активности служила длина вектора, который является разностью векторов ускорения, измеренных с интервалом 1 мин, отражающая как изменение движения, так и изменение позы животного. Среди предлагаемых производителем для оценки двигательной активности трех параметров 3D-акселерометра, данный показатель наиболее значимо коррелировал с результатами видеорегистрации. Двигательную активность измеряли с частотой 1 раз в мин, затем усредняли за

период с 18 часов предыдущего дня по 18 часов текущего дня. Искусственное освещение цветовой температурой 2700 К автоматически включали в 6:00 и выключали в 18:00. Наблюдения проводили в период с 15 января по 29 февраля 2024 г.

Данные о количестве землетрясений на всей Земле за сутки брали с сайта Европейско-Средиземноморского сейсмологического центра (https://www.emsc-csem.org/Earthquake_information/). Параметр глобальной сейсмической активности рассчитывали как число землетрясений магнитудой ≥ 4.5 за сутки, при этом исключали возникающие через несколько часов после первого мощного толчка иногда очень многочисленные локальные афтершоки, считая их следствием первого события. Исключая повторные афтершоки, мы получали параметр статистической вероятности реализации землетрясения в данные сутки во всех сейсмоопасных регионах Земли, а не величины мощности выделенной энергии. Гранничное значение интенсивности землетрясений с магнитудой именно 4.5 было выбрано также из статистических соображений: чтобы количество событий за сутки колебалось в диапазоне 10–20 событий и не ограничивалось единичными случаями, но при этом мощность толчков была значительная. Дополнительно анализировали влияние иногда многочисленных мощных локальных афтершоков, которые вызывают выделение также большого количества энергии.

В качестве источника природного радиоактивного изотопа ^{40}K использовали сульфат калия (ОАО «Буйский химический завод», г. Буй, Костромская обл.). Интенсивность радиоактивного распада измеряли с помощью сцинтилляционных детекторов Atom Fast 8850 (НПП «КБ Радар», Москва), основой которых является кристалл йодида цезия (CsI) размером $8 \times 8 \times 50$ мм. С целью изоляции системы от атмосферных гамма-квантов пакеты с сульфатом калия вместе с детектором были помещены в свинцовый короб внутренним размером $20 \times 20 \times 20$ см и толщиной стенки 30 мм. Такой экран ослаблял фоновые значения скорости счета примерно в 20 раз. В центре коробки располагали два одинаковых датчика, переложенных одним пакетом удобрений, а остальное пространство равномерно заполняли пакетами сульфата калия. Суточное значение интенсивности флуктуаций радиоактивного распада рассчитывали следующим образом: вычисляли величину ежеминутных изменений зарегистрированных мощностей дозы, брали эти значения по модулю, а затем вычисляли медианное значение за сутки. Полученные на двух приборах величины флуктуаций усредняли. В период декабря 2023 г. в Москве регистрацию проводили на двух установках: одна находилась открыто в нежилой квартире, а другая в герметично закрытой камере, чтобы

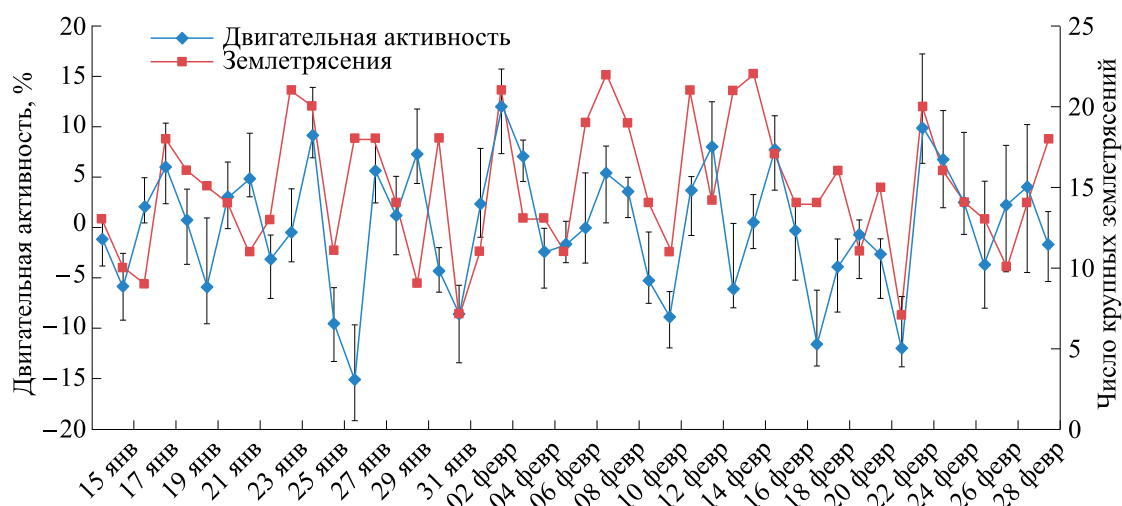


Рис. 1. Динамика суммарной суточной двигательной активности группы хомячков ($n = 7$) в процентах от среднего уровня за период наблюдений (с 15 января по 29 февраля 2024 г.) в сопоставлении с числом сильных землетрясений магнитудой ≥ 4.5 без учета афтершоков.

не допустить возможного притока радона. Амплитуда колебаний интенсивности флуктуаций распада между этими установками не различалась, а коэффициент корреляции составил 0.66 ($p < 0.001$), следовательно, причина флуктуаций не вызвана притоком радона. В Москве исследование проводили в период с 1 декабря 2023 г. по 9 января 2024 г. и с 15 января по 29 февраля 2024 г., в Ульяновске — с 15 января по 29 февраля 2024 г.

Статистическую обработку полученных результатов проводили в программе Statistica 7.0 (StatSoft Inc., США). Для выявления связи между динамиками исследуемых параметров вычисляли коэффициент корреляции Пирсона r . Результаты расчетов считали статистически значимыми при $p \leq 0.05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Динамика суммарной суточной двигательной активности группы хомячков за период с 15 января по 29 февраля 2024 г. положительно коррелировала с числом сильных землетрясений с магнитудой ≥ 4.5 ($r = 0.34$, $p = 0.02$) (рис. 1). Нужно отметить, что многочисленные локальные афтершоки, наблюдавшиеся 23 и 24 января, а также в меньшей степени 5 февраля, не влияли на показатели двигательной активности. Так, коэффициент корреляции между суммарной суточной двигательной активностью группы хомячков и сильных землетрясений с учетом афтершоков составил $r = 0.24$ ($p = 0.10$), что не является статистически значимым.

Между показателями интенсивности флуктуаций скорости счета от радиоактивного источника

^{40}K , регистрируемых в Москве и Ульяновске за период с 15 января по 29 февраля 2024 г., наблюдалась положительная корреляционная связь ($r = 0.46$, $p = 0.001$) (рис. 2).

За период с 1 декабря 2023 г. по 9 января 2024 г. интенсивность флуктуаций радиоактивного распада ^{40}K положительно коррелировала с числом сильных землетрясений магнитудой ≥ 4.5 ($r = 0.29$, $p = 0.05$). Множественные локальные афтершоки, наблюдавшиеся 2 и 3 декабря 2023 г. и 1 января 2024 г., существенно не отразились на величине флуктуаций распада. Коэффициент корреляции между интенсивностью флуктуаций распада и сильных землетрясений с учетом афтершоков составил $r = 0.21$ ($p = 0.18$) и был статистически не значим. На рис. 3 можно заметить, что часто увеличение флуктуации распада предшествовало землетрясениям, а не наоборот. Так, коэффициент корреляции между исследуемыми параметрами, рассчитанный при сдвиге на 1 сутки назад динамики числа землетрясений без учета множественных афтершоков, составил $r = 0.36$ ($p = 0.02$).

За период с 15 января по 29 февраля 2024 г. интенсивность флуктуаций радиоактивного распада ^{40}K положительно коррелировала с числом сильных землетрясений магнитудой ≥ 4.5 без учета афтершоков: для Москвы $r = 0.35$ ($p = 0.016$), а для Ульяновска $r = 0.37$ ($p = 0.011$). На рис. 4 представлена усредненная по Москве и Ульяновску динамика интенсивности флуктуаций распада ^{40}K и число землетрясений магнитудой ≥ 4.5 без учета локальных афтершоков ($r = 0.42$, $p = 0.003$). Многочисленные афтершоки, наблюдавшиеся

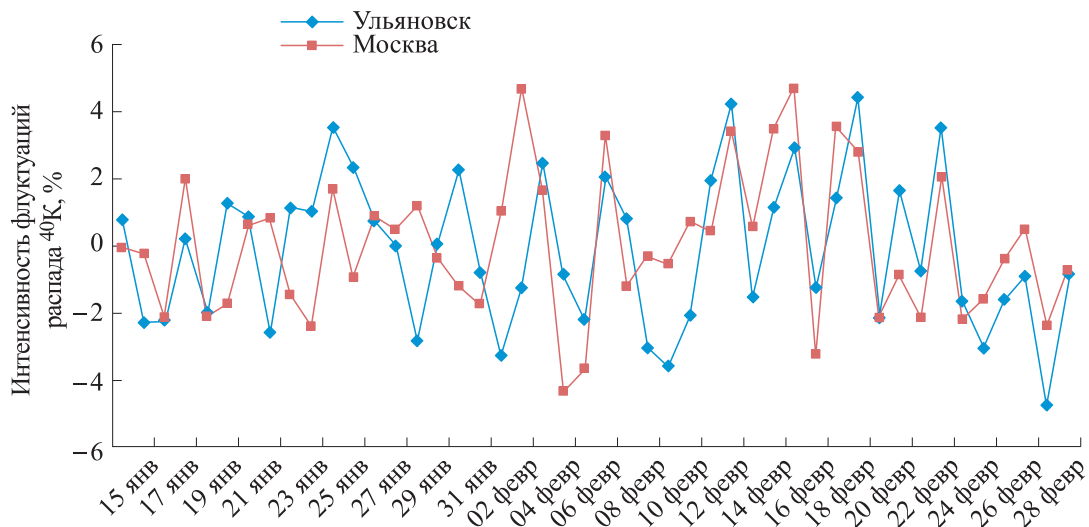


Рис. 2. Динамика интенсивности флуктуаций скорости счета от радиоактивного источника ^{40}K в процентах от среднего уровня за период наблюдений (с 15 января по 29 февраля 2024 г.) регистрируемых в Москве и Ульяновске.

23, 24 января и 5 февраля, также не влияли на показатель интенсивности флуктуаций распада ^{40}K .

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В работе установлено, что двигательная активность хомячков коррелирует с уровнем глобальной сейсмичности, оцененным по числу землетрясений магнитудой ≥ 4.5 без учета локальных афтершоков. Интенсивность флуктуаций скорости счета от радиоактивного источника ^{40}K также положительно коррелирует с уровнем глобальной сейсмичности. В определенных случаях после больших землетрясений наблюдаются многочис-

ленные мощные локальные афтершоки. В наблюдаемый период такие случаи наблюдались 2–3 декабря 2023 г., 1, 22–23 января и в меньшей степени 5 февраля 2024 г. В эти дни никаких значимых повышений активности животных и интенсивности флуктуаций радиоактивного распада не наблюдалось. Следовательно, не сами землетрясения влияют на активность животных и интенсивность флуктуаций распада ^{40}K . Более того, максимальная активность животных приходится на ночь, предшествующую землетрясениям. Наибольшая корреляция наблюдалась при сопоставлении двигательной активности, рассчитанной за период с 18 часов предыдущего дня по 18 часов

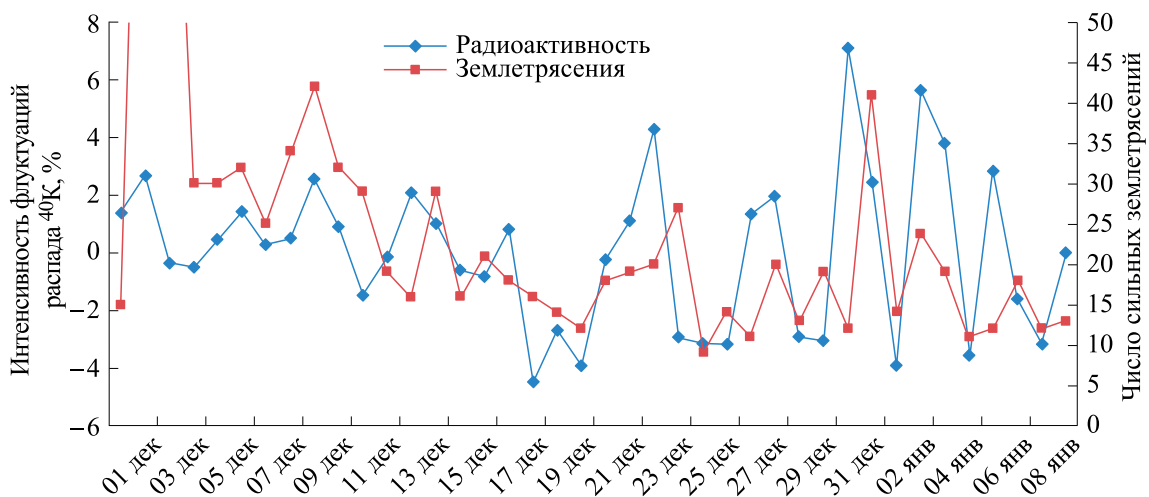


Рис. 3. Сопоставление интенсивности флуктуаций радиоактивного распада ^{40}K в процентах от среднего уровня за период наблюдений (с 1 декабря 2023 г. по 9 января 2024 г.) с числом сильных землетрясений магнитудой ≥ 4.5 с учетом всех афтершоков.

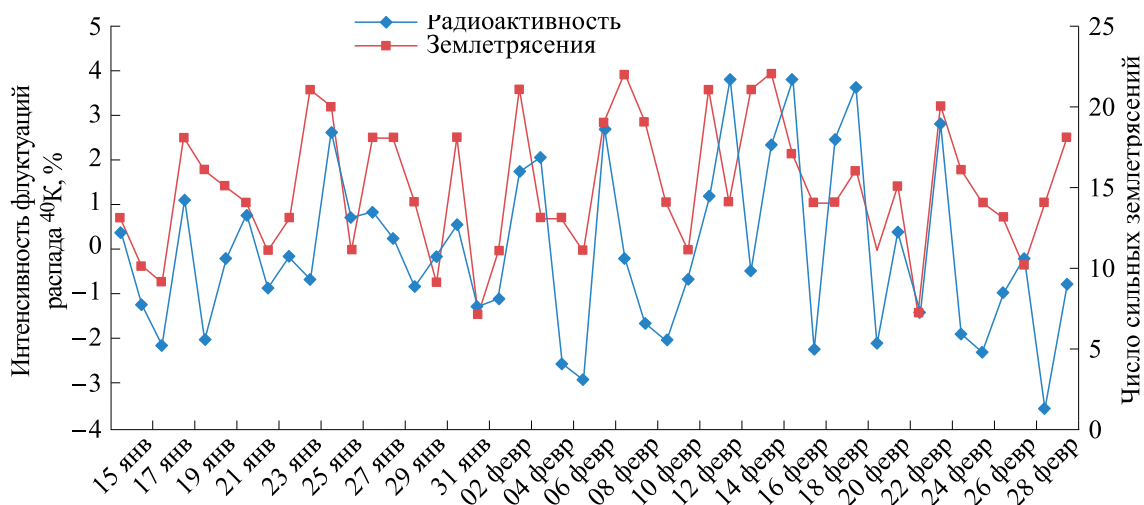


Рис. 4. Сопоставление усредненной по Москве и Ульяновску интенсивности флуктуаций радиоактивного распада ^{40}K с числом сильных землетрясений магнитудой ≥ 4.5 без учета афтершоков за период с 15 января по 29 февраля 2024 г.

текущего дня, с глобальной сейсмической активностью текущего дня. Максимальная активность животных приходится именно на первую половину темного периода. Иными словами, активность животных несколько предвосхищала землетрясения.

Результаты нашей работы показывают, что биотропным является фактор либо генерирующий в процессе подготовки землетрясений, либо являющийся их триггером. Иными словами, это влияние либо глобальных сейсмогравитационных и гравимагнитных возмущений, сопровождающих формирование очага землетрясения, либо это эффект внешнего неучтенного фактора, влияющего как на двигательную активность животных, так и на сейсмическую активность Земли. Наше предыдущее исследование показывает, что «волны» активности животных и флуктуации распада ^{40}K «идут» с востока на запад со скоростью вращения Земли [1], т. е. не являются классическими собственными колебаниями Земли. Более того, внутрисуточные колебания имеют сходство в смежные календарные даты [19]. Получается, что, как отмечал С.Э. Шноль, отмечается связь положения источника на поверхности Земли относительно окружающего космоса [20]. Наличие неприливных вариаций вертикального градиента силы тяжести установлены [6]. В этом свете представляется важным на разных долготах сопоставить динамику изменения показателей сверхпроводящих гравиметров в околочасовом диапазоне периодов.

Некоторыми авторами дегазация Земли рассматривается как триггер землетрясений и механизм поддержания постоянной сейсмической активности [21]. Вместе с водородом на поверхность выходит радон, который легче

детектировать. Независимыми коллективами авторов установлен около четырехсуточный ритм дегазации радона [22, 23]. Инфраниантные ритмы активности животных также часто имеют около четырехсуточный ритм. Помимо этого, в динамике дегазации радона имеются и более высокочастотные ритмы, сходные со спектром сейсмогравитационных волн [24]. Сам радон не может быть причиной наблюдаемых нами явлений. Он либо является индикатором напряжений недр, либо глубинная дегазация Земли сама по себе имеет ритмичность. Авторы работы [25] предположили, что если флуктуации радиоактивности есть, то они могут определять внутренние процессы вулканизма и землетрясений.

Нужно отметить, что связь между динамиками интенсивности флуктуаций скорости счета от радиоактивного источника ^{40}K и уровнем глобальной сейсмичности наблюдается не только в трех-пятисуточных колебаниях, но и сам долговременный тренд этих показателей совпадает. За исследованный период максимальные показатели флуктуаций распада наблюдались примерно 7 декабря, 1 и 24 января и 16 февраля, т. е. имели около 23-суточный ритм. В силу недостаточной длины ряда пока нельзя говорить ни о точности периода, ни с чем этот тренд связан. Однако мы планируем проводить долговременное исследование и установить ритмичность трендов флуктуаций скорости счета от радиоактивного источника ^{40}K .

С практической точки зрения представляется возможным оценивать уровень активности/стрессированности животных и человека по показателю глобальной сейсмичности. Более четким параметром для такой оценки является интенсивность флуктуаций скорости счета от

радиоактивного источника ^{40}K . Некоторую аналогию можно провести с ULF-индексом геомагнитной активности [26]. Основываясь на наших предположениях, интенсивность флуктуаций показателей гравиметров в околочасовом диапазоне периодов должна иметь аналогичные закономерности, что необходимо проверить.

ВЫВОДЫ

1. Динамика суммарной суточной двигательной активности лабораторных хомячков коррелирует с числом сильных землетрясений магнитудой ≥ 4.5 . При этом иногда наблюдающееся большое число локальных афтершоков не влияет на активность животных. Следовательно, биотропными являются не последствия землетрясений, а фактор либо генерирующий в процессе подготовки землетрясений, либо являющийся их триггером.

2. Интенсивность флуктуаций скорости счета от природного радиоактивного источника ^{40}K , регистрируемая в двух географических точках (Москва и Ульяновск), коррелирует между собой, следовательно, не определяется местными факторами среды.

3. Интенсивность флуктуаций скорости счета от источника ^{40}K положительно коррелирует с числом крупных землетрясений магнитудой ≥ 4.5 и не изменяется в ответ на многочисленные мощные афтершоки. Следовательно, этот параметр реагирует не на сами землетрясения, а глобальная сейсмичность является лишь маркером искомого действующего фактора.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена в рамках темы Государственного задания ИПЭЭ РАН № 0089-2021-0004 «Экологические и эволюционные аспекты поведения и коммуникации животных».

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанных с изложенными в статье данными.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

При работе с экспериментальными животными руководствовались Директивой 2010/63/EU Европейского парламента и Совета ЕС об охране животных, используемых в научных целях. Эксперимент одобрен комиссией по биоэтике ИПЭЭ РАН (Протокол № 45 от 02.04.2021 г.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Диатроптов М. Е., Диатроптова М. А. и Слесарев С. М. Метод краткосрочного прогноза ультрадианных и инфрадианных ритмов на основе регистрации флуктуаций радиоактивности калия-40. *Биофизика*, **68** (6), 1251–1258 (2023). DOI: 10.31857/S0006302923060169
2. Диатроптов М. Е., Панчелюга В. А., Панчелюга М. С. и Суров А. В. Околочасовые ритмы температуры тела у млекопитающих и птиц с разным уровнем обмена веществ. *Докл. РАН. Науки о жизни*, **494** (1), 472–476 (2020). DOI: 10.31857/S2686738920050108
3. Панчелюга В. А. и Панчелюга М. С. Локальный фрактальный анализ шумоподобных временных рядов методом всех сочетаний в диапазоне периодов 1–115 мин. *Биофизика*, **60** (2), 395–410 (2015).
4. Гульельми А. В. Об автоколебаниях Земли. *Физика Земли*, № 6, 127–130 (2015). DOI: 10.7868/S0002333715040018
5. Соболев Г. А. Вызванные землетрясениями когерентные колебания Земли. *Физика Земли*, № 1, 18–27 (2015). DOI: 10.7868/S0002333715010135
6. Антонов Ю. В., Слюсарев С. В. и Чирков В. Н. Неприливные вариации вертикального градиента силы тяжести. *Геофизика*, **1**, 41–45 (1997).
7. Петрова Л. Н. Колебания Земли с периодами 9–57 мин в фоновом сейсмическом процессе и направление потока энергии в области собственного колебания ${}_0\text{S}_2$. *Физика Земли*, № 1, 31–43 (2008).
8. Гульельми А. В. и Зотов О. Д. О скрытой околочасовой периодичности землетрясений. *Физика Земли*, № 1, 3–10 (2013). DOI: 10.7868/S0002333713010043
9. Гульельми А. В., Зотов О. Д. и Завьялов А. Д. Динамика афтершоков Суматра-Андаманского землетрясения. *Физика Земли*, № 1, 66–74 (2014). DOI: 10.7868/S0002333713060033
10. Диатроптова М. А., Мясников А. В. и Диатроптов М. Е. Связь ультрадианных ритмов температуры тела мелких млекопитающих с напряжениями земной коры. *Бюл. эксперим. биологии и медицины*, **177** (1), 120–125 (2024). DOI: 10.47056/0365-9615-2024-177-1-120-125
11. Сидорин А. Я. *Предвестники землетрясений* (Наука, М., 1992).
12. Темурьянц Н. А., Владимирский Б. М. и Тишкин О. Г. *Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире* (Наук. думка, Киев, 1992).
13. Леднев В. В., Белова Н. А., Рождественская З. Е. и Тирас Х. П. Биоэффекты слабых переменных магнитных полей и биологические предвестники землетрясений. *Геофизические процессы и биосфера*, **2** (1), 3–11 (2003).
14. Kirschvink J. L. Earthquake prediction by animals: evolution and sensory perception. *Bull. Seismol. Soc. America*, **90** (2), 312–323 (2000). DOI: 10.1785/0119980114
15. Li J. Z., Bai Z. Q., Chen W. S., Xia Y. Q., Liu Y. R., and Ren Z. Q. Strong earthquakes can be predicted: a multidisciplinary method for strong earthquake prediction. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, **3**, 703–712 (2003). DOI: 10.5194/nhess-3-703-2003

16. Liu C. Y., Liu J. Y., Chen W. S., Li J. Z., Xia Y. Q., and Cui X. Y. An integrated study of anomalies observed before four major earthquakes: 2004 Sumatra M9.3, 2006 Pingtung M7.0, 2007 Chuetsu Oki M6.8, and 2008 Wenchuan M8.0. *J. Asian Earth Sci.*, **41** (4–5), 401–409 (2011). DOI: 10.1016/j.jseaes.2010.05.012
17. Sobisevich A. L., Sobisevich L. E., and Likhodeev D. V. Seismogravitational processes accompanying the evolution of seismic focal structures in the lithosphere. *Geodynamics & Tectonophysics*, **11** (1), 53–61 (2020). DOI: 10.5800/GT-2020-11-1-0462
18. Диатроптов М. Е. и Диатроптова М. А. Интенсивность флуктуаций распада калия-40 является индикатором внешнего фактора среды, определяющего инфрадианные ритмы активности животных и пролиферации клеточной культуры L-929. *Бюл. эксперим. биологии и медицины*, **175** (5), 629–633 (2023). DOI: 10.47056/0365-9615-2023-175-5-629-633
19. Диатроптов М. Е. и Диатроптова М. А. Метод прогноза ультрадианных ритмов температуры тела у мелких животных. *Бюл. эксперим. биологии и медицины*, **177** (4), 518–523 (2024). DOI: 10.47056/0365-9615-2024-177-4-518-523
20. Шноль С. Э. *Космофизические факторы в случайных процессах* (Svenska fysikarkivet, Стокгольм, 2009).
21. Гуфельд И. Л. и Новоселов Л. Н. Планетарная водородная дегазация, контролирующая самоподдерживаемый триггерный сейсмический процесс в широком диапазоне глубин. *Динамические процессы в геосферах*, **14** (1), 118–129 (2022). DOI: 10.26006/22228535_2022_14_1_118
22. Аптикаева О. И., Костенко К. А., Селюков Е. И., Стигнеева Л. Т. и Черепанов О. А. Особенности ритмической структуры рядов объемной активности радона при регистрации в условиях мегаполиса. В кн. *Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов* (Янус-К, М., 2013), т. 5, сс. 255–266.
23. Сухоруков М. В. и Спивак А. А. Пространственно-временные особенности поля радона в связи с тектоническими структурами. *Успехи современного естествознания*, № 1, 94–99 (2017).
24. Белашев Б. З. Спектральный анализ данных геофизического мониторинга. *Труды Карельского научного центра РАН*, № 4, 5–15 (2023). DOI: 10.17076/mat1768
25. Хаврошкин О. Б., Федотов С. А., Цыплаков В. В. и Бойко А. Н. Вулканология и новая геофизика: реальность и перспективы на примере Йеллоустонского вулкана. *Вулканология и сейсмология*, № 1, 25–35 (2019). DOI: 10.31857/S0203-03062019125-35
26. Козырева О. В. и Клейменова Н. Г. Новый индекс активности дневных геомагнитных пульсаций и его применение к анализу магнитных бурь. *Геофизические исследования*, **9** (1), 16–26 (2008).

Global Seismicity as a Marker of Biotropic Environmental Factor

M.E. Diatropov* and S.M. Slesarev**

*A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Leninskii prosp. 33, Moscow, 119071 Russia

**Ulyanovsk State University, ul. Lva Tolstogo 42, Ulyanovsk, 432017 Russia

A comparison was made of the dynamics of motor activity of hamsters with the number of strong earthquakes with a magnitude of ≥ 4.5 . A positive correlation was found between the total daily physical activity, calculated for the period from 6 p.m. of the previous day through 6 p.m. of the current day, with global seismic activity of the current day ($r = 0.34$, $p = 0.02$). Numerous local aftershocks do not affect the biological indicator under study. The data obtained indicate that it is not the consequences of the influence of earthquakes on the geosphere that affect animals, but global seismicity is only a marker of the desired biotropic factor. Moreover, a long-term two-center study (Moscow and Ulyanovsk) established a positive correlation ($r = 0.42$, $p = 0.003$) of the intensity of count rate fluctuations from the natural isotope potassium-40 with the level of global seismicity, excluding aftershocks. Taking into account the previously identified connection between fluctuations in the count rate from ^{40}K and biological parameters, this fact indicates the existence of some general influence on animal activity, radioactive decay and global seismicity.

Keywords: earthquake triggers, Earth's natural oscillations, seismic-gravity waves, radioactivity fluctuations, infradian biological rhythms