**УДК/UDC 141**
**DOI: 10.25206/2542-0488-2025-10-4-85-88**
**EDN: PPXJKE**
**Научная статья/Original article**

# ТЕМПОРАЛЬНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ НЕОЗЕНОНОВСКИХ ПАРАДОКСОВ

**Е. В. Борисов**

Институт философии и права СО РАН, Россия, 630090, г. Новосибирск, ул. Николаева, 8

В статье исследуются некоторые свойства неозеноновских парадоксов. Последние представляют собой мысленные эксперименты, условия которых определяются с использованием зеноновских числовых последовательностей, т.е. строго возрастающих или строго убывающих счетных последовательностей чисел с пределом. Исследование фокусируется на парадоксе космического корабля, сформулированном Хосе Бенардете, и ряде его вариантов, сформулированных Басом ван Фраассеном и Пересом Лараудогойтиа. В статье показано, что парадоксам этого вида присуща определенная корреляция предсказуемости и реконструируемости рассматриваемых событий.

**Ключевые слова:** зеноновская последовательность, предел последовательности, мысленный эксперимент, неозеноновский парадокс, парадокс космического корабля, предсказание, реконструкция.

**Для цитирования:** Борисов Е. В. Темпоральное измерение неозеноновских парадоксов // Омский научный вестник. Сер. Общество. История. Современность. 2025. Т. 10, № 4. С. 85–88. DOI: 10.25206/2542-0488-2025-10-4-85-88. EDN: PPXJKE.

© Борисов Е. В., 2025.
Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

# TEMPORAL DIMENSION OF NEW-ZENO PARADOXES

**E. V. Borisov**

Institute of Philosophy and Law of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Novosibirsk, Nikolayeva St., 8, 630090

The paper investigates some properties of new-Zeno paradoxes. New-Zeno paradoxes are thought experiments whose conditions are set up in terms of Zeno sequences of numbers, i.e. strictly increasing or strictly decreasing denumerable sequences with limits. The paper focuses on the space ship paradox formulated by José Benardete, and some of its varieties formulated by Bas van Fraassen and Pérez Laraudogoitia. It is shown that paradoxes of this sort demonstrate a certain symmetry with respect to predictability and reconstructibility of events under consideration.

**Keywords:** Zeno sequence, limit of a sequence, thought experiment, new-Zeno paradox, spaceship paradox, prediction, reconstruction.

**For citation:** Borisov E. V. Temporal dimension of new-Zeno paradoxes. *Omsk Scientific Bulletin. Series Society. History. Modernity.* 2025. Vol. 10, no. 4. P. 85–88. DOI: 10.25206/2542-0488-2025-10-4-85-88. EDN: PPXJKE.

© Borisov E. V., 2025.
The content is available under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

В статье исследуются свойства некоторых парадоксов, порождаемых зеноновскими последовательностями чисел. Зеноновская последовательность — это счетная строго монотонно возрастающая или строго монотонно убывающая последовательность чисел с пределом. Примеры зеноновских последовательностей: *i*) 0, 1/2, 2/3, 3/4, ...; *ii*) 0, 1/2, 3/4, 7/8, ...; *iii*) 1, 1/2, 1/4, 1/8, ... (первые две являются возрастающими и имеют пределом 1; третья является убывающей и имеет пределом 0). Зеноновские последовательности порождают парадоксы, известные со времен Зенона; например, последняя из перечисленных выше последовательностей лежит в основе апории 'Дихотомия'. Некоторые парадоксы такого рода интенсивно обсуждаются в современной литературе. Неозеноновский парадокс представляет собой мысленный эксперимент, в условиях которого существенную роль играет некоторая зеноновская последовательность; при этом эксперимент дает контр-интуитивный результат. Ниже будет рассмотрен один из неозеноновских парадоксов — парадокс космического корабля, впервые сформулированный Бенардете в [1, p. 149; см. также: 2, p. 70; 3, p. 240], а также ряд его вариантов, представленных в [4] и [5]. Эти парадоксы имеют темпоральное измерение, в том смысле, что используемые в них зеноновские последовательности представляют собой последовательность моментов времени. Целью статьи является демонстрация определенного вида темпоральной симметрии, которая присуща этим парадоксам и которая обусловливает корреляцию предсказуемости и реконструируемости событий в соответствующих условиях[1].

*Парадокс космического корабля, версия 1* (П1[2]). Зеноновская последовательность — это последовательность моментов времени 0, 1/2, 2/3, 3/4, ... (единицу измерения времени я опускаю: от ее выбора ничего не зависит). Пронумеровав элементы этой последовательности натуральными числами в порядке возрастания, мы получим выражение для $n$-ого члена: $n/(n+1)$[3]. Пределом этой последовательности является 1. Рассмотрим космический корабль, который в момент 0 начинает движение вдоль пространственной координатной оси. В момент 1/2 корабль достигает точки 1 (единицу измерения расстояния я, опять же, опускаю); в момент 2/3 — точки 2 и т. д., т. е. для любого $n$, в момент $n/(n+1)$ корабль находится в точке $n$. Допустим также, что движение корабля непрерывно. Если корабль существует в момент 1, где он в этот момент находится? Парадокс состоит в том, что ответа на этот вопрос не существует. Ответ на вопрос 'где?' — это указание на пространственную локализацию, но в описанной ситуации корабль к моменту 1 должен пройти бесконечное расстояние, что означает, что в этот момент у него пространственной локализации нет. Примем интуитивно очевидное допущение, что все существующие материальные объекты локализованы в пространстве. Тогда единственное решение парадокса состоит в следующем: в момент 1 корабль не существует, то есть он может существовать до момента 1 не включительно[4]. (Конечно, он также может существовать до любого момента $t < 1$ включительно или не включительно.) Ниже мы будем считать, что корабль существует до момента 1 не включительно.

*Обратный парадокс космического корабля, версия 1* (ОП1). Этот парадокс, открытый ван Фраассеном [5, p. 257–258], представляет собой вариант П1. Зеноновская последовательность: моменты времени 0, $-1/2$, $-2/3$, ...: $n$-ный член этой последовательности — это момент $-n/(n+1)$; ее пределом является $-1$. Космический корабль движется в области отрицательных чисел по направлению к 0; в момент 0 корабль достигает точки 0 и останавливается. В момент $-1/2$ корабль находится в точке $-1$, в момент $-2/3$ — в точке $-2$ и т.д.: для любого $n$, в момент $-n/(n+1)$ корабль находится в точке $-n$. Если корабль движется непрерывно, где он находится в момент $-1$? Парадокс состоит в том, что (при допущении, что корабль в этот момент существует) вопрос не имеет ответа: если корабль в $-1$ существует, он должен быть на бесконечном удалении от точки 0, а значит, не может иметь пространственной локализации. Парадокс исчезает, если мы констатируем, что в момент $-1$ корабль не может существовать: в данной ситуации он существует с момента $-1$ не включительно (или с любого момента $t > -1$ включительно или не включительно). Ниже мы будем считать, что корабль существует с момента $-1$ не включительно.

П1 и ОП1 сходны в том, что в обоих случаях некоторое событие — исчезновение корабля в П1 и возникновение корабля в ОП1 — обусловлено не каузальными связями между материальными объектами, а логической невозможностью альтернативы (существования корабля в момент 1 в П1 или в момент $-1$ в ОП1). В свою очередь, логическая невозможность альтернативы обусловлена, в частности, зеноновской последовательностью, используемой в определении соответствующих ситуаций. Логическая необходимость феномена в мысленном эксперименте — логическая причинность — характерная особенность неозеноновских парадоксов[5].

В темпоральном аспекте П1 и ОП1 симметричны: в П1 мы имеем возрастающую зеноновскую последовательность, в ОП1 — убывающую, соответственно, в П1 корабль существует до предела соответствующей зеноновской последовательности (до момента 1), в ОП1 — после предела. Ван Фраассен [5, p. 258] отмечает одну из философски значимых отличительных черт ОП1: в ОП1 возникновение корабля не детерминировано какими-либо предшествующими событиями, а значит, непредсказуемо. Этим ОП1 отличается от П1: в последнем исчезновение корабля в момент 1 предсказуемо. В П1 в любой момент до 1, например, в момент 0, корабль существует, поэтому мы можем знать, как он будет двигаться, что и позволяет нам предсказать его исчезновение в момент 1. В ситуации ОП1 невозможно заранее предсказать возникновение корабля: например, это невозможно сделать в момент $-2$, потому что в этот момент корабль еще не существует, а значит, мы еще не можем знать о его движении в будущем.

Отметим, что аналогичная аргументация показывает, что в ОП1 возникновение корабля может быть реконструировано после момента $-1$, например, на основе знания о его движении. Однако исчезновение корабля в П1 не поддается реконструкции после момента 1, поскольку условия данного парадокса не фиксируют каких-либо каузальных следов этого события.

Здесь мы можем видеть, что темпоральная симметрия П1 и ОП1 обусловливает корреляцию предсказуемости и реконструируемости относительно исчезновения корабля в момент 1 в П1 и возникновения корабля в момент $-1$ в ОП1. Корреляция состоит в следующем.

Исчезновение корабля в П1 предсказуемо и возникновение корабля в ОП1 реконструируемо. Исчезновение корабля в П1 не реконструируемо и возникновение корабля в ОП1 не предсказуемо.

Ниже будет показано, что этот результат распространяется на ряд аналогичных парадоксов.

Лараудогойтиа показал, что в некоторых мысленных экспериментах, подобных ОП1, возникновение объекта, обусловленное логической причинностью, оказывается предсказуемо и даже в некоторых пределах регулируемо [4, p. 430–433]. Эти положения иллюстрируют следующие два варианта парадокса космического корабля.

*Обратный парадокс космического корабля, версия 2* (ОП2). Используем зеноновскую последовательность и ряд пространственных точек, как в ОП1. В точках $-1$, $-2$, ... расположены космические станции; обозначим их, соответственно, как КС1, КС2, ... Для каждого положительного натурального числа $n$, на КС$n$ находится космонавт $K_n$ и объект $Q_n$. $K_n$ действует следующим образом:

1) если в момент $-n/(n+1)$ на КС$n$ прибывает космонавт $K_{n+1}$ и доставляет объект X, $K_n$ берет X и доставляет его в точку $n-1$ к моменту $(n-1)/n$. Например, если в момент $-1/2$ на КС1 прибывает $K_2$ и доставляет объект X, $K_1$ берет X и доставляет его в точку 0 к моменту 0;

2) если в момент $-n/(n+1)$ на КС$n$ *не* прибывает космонавт $K_{n+1}$, $K_n$ доставляет объект $Q_n$ в точку $-(n-1)$ к моменту $-(n-1)/n$.

В описанной ситуации имеет место следующее:

1) для любого натурального $n$, в момент $-n/(n+1)$ в точку $-n$ прибывает космонавт $K_{n+1}$ и доставляет некоторый объект. Например, в момент 0 в точку 0 прибывает $K_1$;

2) для любого натурального $n > 0$, $K_n$ доставил в точку $-(n-1)$ не $Q_n$, а тот объект, который доставил на КС$n$ космонавт $K_{n+1}$. В частности, $K_1$ доставил в точку 0 не $Q_1$, а объект, который доставил $K_2$ на КС1. Равным образом, $K_2$ доставил в точку $-1/2$ не $Q_2$, а объект, который доставил $K_3$ на КС2, и т. д. Таким образом, в точку 0 в момент 0 прибыл объект X, который $K_1$ получил от $K_2$, последний получил от $K_3$ и т. д. Этот объект в интервале $(-1, 0]$ проделал путь, который проделал космический корабль в ОП1, а значит, он возник в момент $-1$ и существовал с этого момента не включительно.

В ОП2, в отличие от ОП1, возникновение X в момент $-1$ было предсказуемо заранее, поскольку оно обусловлено действиями космонавтов на космических станциях. Эти объекты (станции и космонавты) существовали до момента $-1$, поэтому, если бы мы знали о них то, что было изложено выше, например, в момент $-2$, мы могли бы в этот момент прогнозировать возникновение нового объекта в момент $-1$.

Итак, в ОП2 возникновение нового объекта предсказуемо; при этом, однако, в ОП2 невозможно предсказать свойства, которыми этот объект будет обладать. Лараудогойтиа показывает, что определенная модификация ОП2 позволяет не только прогнозировать появление новых объектов, но и заранее определять некоторые их свойства. Изменим в условиях ОП2 два пункта:

а) для каждого $n$, объект $Q_n$, расположенный на КС$n$, представляет собой красный резиновый мяч;

б) каждый космонавт $K_n$ действует следующим образом:

1) если в момент $-n/(n+1)$ на КС$n$ прибывает космонавт $K_{n+1}$ и доставляет красный резиновый мяч, $K_n$ берет этот мяч и доставляет его в точку $-(n-1)$ к моменту $(n-1)/n$. 2) Если в момент $-n/(n+1)$ на КС$n$ *не* прибывает космонавт $K_{n+1}$, $K_n$ доставляет объект $Q_n$ в точку $-(n-1)$ к моменту $-(n-1)/n$. Обозначим эту версию парадокса как ОП3. В ОП3, как и в ОП2, в момент 0 в точку 0 прибывает объект, который возник в момент $-1$, и возникновение этого объекта можно было предвидеть. Однако на этот раз можно было предвидеть также некоторые его свойства, а именно свойства быть мячом, быть резиновым и быть красным. Последний пункт обусловлен тем фактом, что из описания ситуации следует, что (для любого $n$) $K_n$ доставляет в соответствующий пункт именно красный резиновый мяч — либо тот, который доставил на КС$n$ $K_{n+1}$, либо $Q_n$.

Для ОП2 и ОП3 нетрудно сконструировать симметричные им парадоксы-двойники, которые назовем, соответственно, П2 и П3. Например, в условиях П2 объект X в момент 0 находится в точке 0; в этот момент космонавт $K_1$ берет X и доставляет его к моменту 1/2 в точку 1/2, и т.д. В итоге этой эстафеты X исчезает в момент 1. В П3 происходит то же самое, но условия определяют, что X — красный резиновый мяч.

Теперь мы можем обобщить результат, полученный применительно к П1 и ОП1, распространив его на все рассмотренные парадоксы (П1 — П3 и ОП1 — ОП3). Рассмотренные парадоксы делятся на пары: П1 и ОП1, П2 и ОП2, П3 и ОП3; ниже я буду использовать обозначения П$i$ и ОП$i$, где $i$ — переменная, пробегающая по $\{1, 2, 3\}$. П$i$ и ОП$i$ темпорально симметричны в том смысле, что в П$i$ используется возрастающая зеноновская последовательность моментов времени, в ОП$i$ — убывающая. В каждом из перечисленных парадоксов в момент, представляющий собой предел релевантной зеноновской последовательности, происходит событие, к которому мы применяем понятия предсказуемости и реконструируемости. Если Y — имя некоторого парадокса, то соответствующее событие будем обозначать как С(Y). Определим С(Y) для каждого Y: С(П1) — это исчезновение космического корабля в момент 1, С(ОП1) — это возникновение космического корабля в момент $-1$, С(П2) — исчезновение объекта X в момент 1, С(ОП2) — возникновение объекта X в момент $-1$, С(П3) — исчезновение красного резинового мяча в момент 1, С(ОП3) — возникновение красного резинового мяча в момент $-1$. Теперь мы можем сформулировать обобщенный результат статьи:

(1) С(П$i$) предсказуемо, если и только если С(ОПi) реконструируемо.

(2) С(П$i$) реконструируемо, если и только если С(ОПi) предсказуемо.

Применим этот результат, например, к П2 и ОП2. Из (1) следует, что исчезновение X в П2 предсказуемо, если и только если возникновение X в ОП2 реконструируемо. Из (2) следует, что исчезновение X в П2 реконструируемо, если и только если возникновение X в ОП2 предсказуемо. В первой эквивалентности обе части истинны, во второй обе части ложны, таким образом, обе эквивалентности истинны.

Показанная корреляция предсказуемости и реконструируемости в темпорально симметричных неозеноновских парадоксах должна учитываться в эпистемологическом исследовании прогнозирования и реконструкции, а также в мультимодальных логиках, содержащих темпоральную и эпистемическую модальности.

### Примечания

[1] Я понимаю предсказание как суждение о будущем, основанное на информации, известной в настоящем, реконструкцию как суждение о прошлом, основанное на информации, известной в настоящем.

[2] Этот и последующие парадоксы излагаются в версии Ларадогойтиа [4].

[3] Некоторые авторы относят 0 к натуральным числам, некоторые не относят. Я здесь использую понятие натурального числа, согласно которому 0 — натуральное число. Таким образом, в рассматриваемой зеноновской последовательности номер элемента — это его числитель: 0 — это нулевой член последовательности, 1/2 — первый и т.д.

[4] Некоторые авторы предлагают для подобных парадоксов альтернативные решения. Например, Игорь Берестов рассматривает аналогичный парадокс [6, с. 276—277] как свидетельство в пользу развиваемой им теории движения. Также см. мою критику теории движения Берестова в [7].

[5] Концепция логической причинности впервые представлена в [8] и получила дальнейшую разработку в [9]. Также см. мою критику теории логической причинности в [10].

### Список источников / References

1. Benardete J. Infinity: An Essay in Metaphysics. Oxford: Clarendon Press, 1964. 289 p.

2. Clark M. Paradoxes from A to Z. London: Routledge, 2002. 276 p.

3. Moore A. W. The Infinite. London and New York: Routledge, 2001. 268 p.

4. Laraudogoitia J. P. The Inverse Spaceship Paradox. *Synthese*. 2011. Vol. 178, no. 3. P. 429—435. DOI: 10.1007/s11229-009-9649-y.

5. Van Fraassen B. C. Laws and Symmetry. Oxford: Oxford University Press, 1989. 394 p.

6. Берестов И. В. Ахиллес вне времени и пространства: еще раз о несводимости прохождения открытого интервала к прохождению замкнутых (вторая реплика на статью Е. В. Борисова) // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. 2024. № 81. С. 271—281. DOI: 10.17223/1998863X/81/25. EDN: NCVHQT.

Berestov I. V. Akhilles vne vremeni i prostranstva: yeshchë raz o nesvodimosti prokhozhdeniya otkrytogo intervala k prokhozhdeniyu zamknutykh (vtoraya replika na stat'yu E. V. Borisova) [Achilles beyond time and space: once again on the irreducibility of the passage of an open interval to the passage of closed ones (a second reply to Evgeny Borisov's article)]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofiya. Sotsiologiya. Politologiya. *Tomsk State University Journal of Philosophy, Sociology and Political Science*. 2024. No. 81. P. 271—281. DOI: 10.17223/1998863X/81/25. EDN: NCVHQT. (In Russ.).

7. Борисов Е. В. Берестов о движении // Respublica Literaria. 2025. Т. 6, no. 3. С. 17—25. DOI: 10.47850/RL.2025.6.3.17-25. EDN: LVFBLG.

Borisov E. V. Berestov o dvizhenii [Berestov on Motion]. *Respublica Literaria*. 2025. Vol. 6, no. 3. P. 17—25. DOI: 10.47850/RL.2025.6.3.17-25. EDN: LVFBLG. (In Russ.).

8. Hawthorne J. Before-Effect and Zeno Causality. *Nous*. 2000. Vol. 34, no. 4. P. 622—633. DOI: 10.1111/0029-4624.00281.

9. Uzquiano G. Before-Effect without Zeno Causality. *Nous*. 2012. Vol. 46, no. 2. P. 259—264. DOI: 10.1111/j.1468-0068.2010.00812.x.

10. Борисов Е. В. Критика концепции логической причинности // Омский научный вестник. Сер. Общество. История. Современность. 2022. Т. 7, № 4. С. 96—100. DOI: 10.25206/2542-0488-2022-7-4-96-100. EDN: JOPXAF.

Borisov E. V. Kritika kontseptsii logicheskoy prichinnosti [The Critique of the Theory of Logical Causality]. Omskiy nauchnyy vestnik. Ser. Obshchestvo. Istoriya. Sovremennost'. *Omsk Scientific Bulletin. Series Society. History. Modernity*. 2022. Vol. 7, no. 4. P. 96—100. DOI: 10.25206/2542-0488-2022-7-4-96-100. EDN: JOPXAF. (In Russ.).

**БОРИСОВ Евгений Васильевич,** доктор философских наук, доцент (Россия), главный научный сотрудник отдела философии Института философии и права СО РАН, г. Новосибирск.
SPIN-код: 6061-9186
AuthorID (РИНЦ): 278628
ORCID: 0000-0001-6587-9616
ResearcherID: T-3807-2017
AuthorID (SCOPUS): 56287727200
Адрес для переписки: borisov.evgeny@gmail.com

**Прозрачность финансовой деятельности:** автор не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.

Статья поступила в редакцию 16.09.2025; одобрена после рецензирования 01.11.2025; принята к публикации 11.11.2025.

**BORISOV Evgeny Vasilyevich,** Doctor of Philosophical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of the Philosophy Department, Institute of Philosophy and Law of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk.
SPIN-code: 6061-9186
AuthorID (РИНЦ): 278628
ORCID: 0000-0001-6587-9616
ResearcherID: T-3807-2017
AuthorID (SCOPUS): 56287727200
Correspondence address: borisov.evgeny@gmail.com

**Financial transparency:** the author has no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

The article was submitted 16.09.2025; approved after reviewing 01.11.2025; accepted for publication 11.11.2025.