

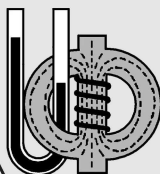
ISSN 2307-5457

*Primum
inter pares*

Материалы XXXI Всероссийской
научно-практической конференции

„Учебный физический эксперимент:
Актуальные проблемы. Современные
решения“

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ



**УЧЕБНАЯ
ФИЗИКА**

Январь - март 2026 №1

Издается с января 1997 года

Посвящается памяти В.В.Майера

СОДЕРЖАНИЕ

Науковедение

Ю. А. Сауров	ВАЛЕРИЙ ВИЛЬГЕЛЬМОВИЧ МАЙЕР: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОРТРЕТ	3
--------------	--	---

Основная школа

В. В. Майер	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ	
Е. И. Вараксина	ЗАКОНА КУЛОНА В 8 КЛАССЕ	15
Ю. А. Корнев		

Старшая школа

В. Н. Бакулин	ЗАДАЧИ ПРО ДВИГАЮЩИЕСЯ	
М. И. Толмачева	С ПЕРЕГИБАМИ ВЕРЕВКИ, ЦЕПОЧКИ И КОВРИКИ	32

Высшая школа

И. В. Гребенев	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ	
П. В. Казарин	МЕХАНИЧЕСКИХ ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ И ЯВЛЕНИЯ РЕЗОНАНСА	40
С. В. Барышников	МИНИАТЮРНАЯ ЯЧЕЙКА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧКИ КЮРИ ФЕРРОМАГНЕТИКА»	49

Исследования

О. А. Яворук	ТАЙМЛАЙНЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ	56
К. В. Якимов	ПРОФЕССИОНАЛЬНО НАПРАВЛЕННЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ ОРИЕНТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ИНЖЕНЕРНЫЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ ГК «РОСАТОМ» ...	64

АВТОРЫ ЖУРНАЛА	76
----------------------	----

Основатель журнала, главный редактор в 1997–2025 гг. — д.п.н., профессор
Майер Валерий Вильгельмович (Глазов)

Редакция журнала:

Е. И. Вараксина (главный редактор), Р. В. Акатов, Л. С. Кропачева, Р. В. Майер,
Е. С. Мамаева

Редакционный совет:

С. В. Барышников	д.ф.-м.н., профессор, Благовещенск
И. В. Гребенев	д.п.н., профессор, Нижний Новгород
М. Д. Даммер	д.п.н., профессор, Челябинск
П. В. Зуев	д.п.н., профессор, Екатеринбург
О. В. Лебедева	д.п.н., доцент, Нижний Новгород
Ю. А. Сауров	д.п.н., профессор, член-корр. РАО, Киров
А. П. Усольцев	д.п.н., профессор, Екатеринбург
А. А. Шаповалов	д.п.н., профессор, Барнаул

Оргкомитет конференции:

Н. Я. Молотков	д.п.н., профессор, Тамбов
Ф. А. Сидоренко	д.ф.-м.н., профессор, Екатеринбург
Я. А. Чиговская–Назарова	к.филол.н., доцент, ректор ГИПУ, Глазов
Т. Н. Шамало	д.п.н., профессор, Екатеринбург

Перечень ВАК: Журнал «Учебная физика» включен Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Минобрнауки России в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Адрес редакции, издателя и типографии: 427621, Удмуртия, Глазов,
Первомайская, 25, ФГБОУ ВО «ГИПУ», Телефон: (341 41) 5–32–29.
E-mail: uch-fiz@mail.ru, kropa@bk.ru

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Глазовский государственный инженерно-педагогический университет имени В. Г. Короленко»

Журнал «Учебная физика» зарегистрирован Комитетом Российской Федерации по печати 4 февраля 1997 года, регистрационный № 015686; внесены изменения в запись о регистрации средства массовой информации Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 2 мая 2017 года, ПИ № ФС77–69506.

Подписной индекс: 79876.

Использование и перепечатка материалов допускаются только по договоренности с редакцией журнала.

Сдано в набор 02.03.26. Подписано в печать 25.03.26.

Дата выхода в свет: 31.03.26.

Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 4,75.

Заказ 175. Тираж 200 экз. Цена свободная.

Первая страница обложки: Демонстрация траектории частицы ковра при его перегибе. Светодиод закреплен на резиновом коврик (Бакулин В.Н., Толмачева М.И. Задачи продвигающиеся с перегибами веревки, цепочки и коврики // Учебная физика. — 2026. — № 1. — С. 32–39). На верхней фотографии обложки использован прием совмещения кадров, предложенный в статье И. В. Гребенева и П. В. Казарина (см. с. 46–47 журнала).

Научная статья

ББК 74.262.23

УДК 53:004.9:371.3

О. А. Яворук

ТАЙМЛАЙНЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Иллюзия присутствия в виртуальной реальности может быть применена к демонстрациям таймлайнов на занятиях по физике. Учащиеся и учителя могут естественно и наглядно приводить в действие и наблюдать таймлайны, используя простые и недорогие устройства виртуальной реальности. Виртуальные туры, описанные в статье, применялись при изучении различных разделов школьной физики 7–11 классов и были положительно восприняты учащимися.

Ключевые слова: обучение физике, новые технологии, виртуальная реальность, таймлайны, виртуальные туры.

O. A. Yavoruk

TIMELINES FOR LEARNING PHYSICS INSIDE VIRTUAL REALITY

The illusion of presence in virtual reality can be applied to timeline representations in physics classes. Students and teachers can naturally and obviously actuate and observe timelines by wearing simple and cheap virtual reality devices. The virtual tours presented in the paper were applied to teach several school physics topics for students in grades 7–11 and received positive feedback from them.

Keywords: physics teaching, new technologies, virtual reality, timelines, virtual tours.

DOI: 10.62957/2307-5457-2026-1-56-63

Введение

Исследователи часто предлагают исторический подход в преподавании физики и других естественных наук [1], [2]. Кроме того, в современной науке одной из важнейших концепций является концепция развития, эволюционных и революционных изменений с течением времени, происходящих в природе [3] и обществе.

В естественной реальности мы не смотрим на время со стороны, это взгляд из «никогда». Одной из старейших и полезных абстракций для визуального описания изменения объектов во времени (из прошлого в будущее) представляют собой таймлайны (временные шкалы, линии времени) [4]. Имеется множество стандартных и оригинальных способов предъявления таймлайнов [5].

Вопросы применения таймлайнов приобретают новое значение в связи с широким внедрением технологий виртуальной реальности (*Virtual Reality, VR*) в образовательный процесс. Преимущества обучения с использованием *VR* в последние годы привлекают внимание педагогов [6], [7].

Таймлайны при обучении физике

Таймлайны могут отображать развитие науки, биографию ученого, историю научного открытия, изменение физических понятий, законов и теорий, эволюцию Вселенной, Солнечной системы, Земли и т. д. Некоторые типичные таймлайны можно найти в учебных пособиях по физике: история физики и фундаментальных открытий и биографии известных физиков [8]. Они могут быть предназначены для предоставления контекста и культурного фона научных событий для повествования [9], [10], [11] и не только на занятиях по физике [12], [13]. К огромному сожалению, многие биографические таймлайны в учебной литературе ограничиваются только двумя датами (годы жизни ученого).

Благодаря таймлайнам мы можем визуализировать хронологическое описание событий и их связь друг с другом. С одной стороны, время является одним из фундаментальных понятий физики, а с другой стороны, таймлайны могут быть интерактивным инструментом навигации по всему курсу физики или отдельным его темам, наглядно и просто организуя учебные действия учащихся. Например, как таймлайны можно рассматривать и обобщенные планы учебной деятельности (наблюдение, эксперимент, решение задач, работа с учебной книгой).

Дизайн временной шкалы определяется свойствами времени и образовательными целями: все временные шкалы должны быть легко интерпретируемыми и понятными. Элементы временной шкалы: начальная временная точка, направление, разделы временной шкалы, конечная временная точка и (текстовые, аудио, визуальные) описания. Простой и интуитивно понятный способ изображения событий с длительностью — это их визуальная маркировка вдоль оси времени [14, с. 166].

Мы можем перемещаться вдоль линии от одной точки к другим, используя различные типы шкал: логарифмическую или равномерную, но обязательно последовательную шкалу (в которой важен порядок событий, правда, иногда без учета хронологических

длительностей). Прямое и неустанное движение вперед — типичное изображение научно-технического и социального прогресса [15]. Линейная модель времени красива и привлекательна: на ней всегда легко и полезно увидеть, что и как происходит в разных временных масштабах: обеспечение полного темпорального описания событий от начала до конца является общей целью временных шкал. Сравнение точек на оси времени, а также длительностей, играет важную роль в процессе обучения.

Некоторые исследователи рассматривают представления, масштабы и модели построения таймлайнов в контексте повествования [16]. Учитель может работать с уже подготовленным заранее таймлайном или поэтапно воспроизводить его шаг за шагом в ходе изучения темы. Хорошим заданием является самостоятельное составление таймлайнов учащимися прямо на занятии или дома. Для представления материала удобно опираться на заранее выбранную (выданную на руки) временную шкалу, выделяя необходимые элементы, или дополнять ее прямо во время объяснений. Удачная демонстрация таймлайнов всегда эффективно вовлекает учащихся в учебный процесс.

Коридоры времени в VR

Виртуальный тур — это интерактивная последовательность панорамных слайдов виртуальной реальности (изображений или видео, имитирующих виртуальные локации, арены, комнаты) с возможностью перемещения между ними [17], [18]. Существует множество мощных инструментов для создания, редактирования и просмотра панорамных изображений и виртуальных туров. Таймлайны самым естественным образом могут быть представлены в виде виртуальных туров: их удастся объективировать с помощью различных эффектных моделей виртуальной реальности.

Панорамы времени. Сферические VR панорамы удобны для просмотра различных временных интервалов и сравнения позиций на временной шкале при изучении периодических временных явлений. Цикл познания, например, тоже можно рассматривать как таймлайн, и его легко изобразить на панорамной временной шкале вокруг обучающегося (на внутренней поверхности VR сферы): сторонники циклических когнитивных моделей [19], возможно, будут рады такому удачному решению.

Прыжки во времени. Темпоральные прыжки в виртуальной реальности — это скачкообразный переход из одной VR сферы в другую, хронопортация. В этом случае каждая VR сфера имеет инфографику, специфичную для данного временного периода. Оформление процесса темпорального прыжка из одного периода в другой (из одной VR сферы в другую) очень важно для обучающихся: он должен быть коротким, но впечатляющим.

Туннели времени. В нашем *VR* приложении учащиеся перемещаются вперед или назад по временной линии. Жанр сюжетно-ориентированного коридорного блуждания легко узнаваем и приемлем для учащихся: это известная интрига многих компьютерных игр. *VR* путешественникам во времени может быть предоставлена возможность заглянуть в «Окна времени» или покинуть коридор через особый «Темпоральный выход» по их выбору.

Лифты времени. Учащийся поднимается или спускается на лифте, исследуя, как меняется виртуальное пространство вокруг него. В этой модели виртуальной реальности учащиеся перемещаются из одного времени в другое, словно двигаясь по этажам небоскреба, нажимая кнопки на панели управления перед собой.

* * *

Существует множество других замечательных идей для *VR* моделей таймлайнов. Короткие мозговые штурмы после занятий в виртуальной реальности позволили узнать предложения учащихся о перспективных моделях временных шкал: Врата Времени; Галерея Времени (похожа на картинную галерею); Лестницы Времени, идущие вверх (или вниз); Реки Времени; Огонь (Пламя) Времени; Маятники Времени; Спирали Времени; Световые конусы в пространстве-времени; Поезд Времени (со станциями Времени, платформами Времени и захватывающими видами из окна поезда). Эти идеи следует продумать, реализовать, а затем проверить в образовательном процессе. Но даже если они и не применимы на обычных школьных занятиях, их будет интересно изучать вне школьной программы.

Путешествия во времени [20], описанные в художественной литературе, являющиеся сюжетом культовых фильмов и сериалов, фундаментальные научные концепции времени, различные визуализации четвертого измерения, размышления известных физиков о времени, временные парадоксы [21] теперь можно продемонстрировать и изучать в виртуальной реальности. Машиной времени [22], используемой в компьютерных играх, уже никого не удивишь.

***VR* таймлайн «Герои научных революций»**

Одним из возможных воплощений идеи таймлайнов является *VR* приложение «Герои научных революций», которое демонстрирует портреты ученых, внесших значительный вклад в развитие физической картины мира от античности до наших дней. Созданное с использованием технологий виртуальных туров, оно было с энтузиазмом встречено школьниками и запускается не только на устройствах виртуальной реальности, но и на компьютерах, планшетах и смартфонах.

На рис. 1 представлена процессинговая схема *VR* приложения. На *VR* панорамах 1–4 представлены портреты древних мыслителей 1;

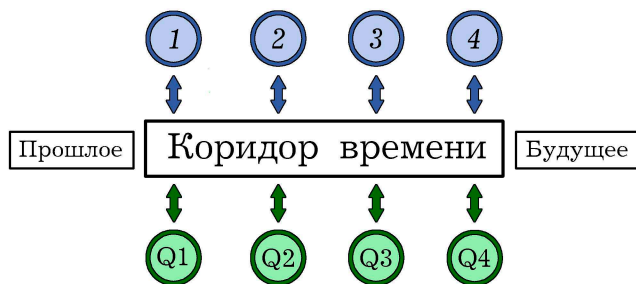


Рис. 1. Схема виртуального тура «Герои научных революций»

ученых, создавших механистическую картину мира 2; физиков, исследовавших электромагнетизм 3; ученых, разработавших квантовую и релятивистскую картины мира 4. Изображения ученых представляют собой удобные и впечатляющие опорные точки таймлайнов, расположенные в строгой хронологической последовательности. На VR панорамах Q1 – Q4 учащиеся выполняют задания, сообщая свои ответы учителю и ориентируясь на подсказки в верхней части VR сферы. В дизайне панорамных слайдов использовались обложки биографических книг, на которых были изображены ученые, то есть учащиеся понимали, где можно почерпнуть дополнительную информацию о них: каждая книга описывает не только биографию ученого и его научный вклад, но и соответствующий исторический контекст.

Приложение можно использовать как для онлайн, так и для очного обучения, но оно не заменяет общения между учащимися и учителем. Оно может стать отправной точкой для изучения любых тем курса физики, при этом не накладывая строгих ограничений на методики обучения, предоставляя учителям большую творческую свободу. Кроме того, любую панораму этого виртуального тура можно использовать как VR версию школьной доски.

Данная концепция использования VR подразумевает, что приложение виртуальной реальности является только гидом, помощником в изучении физики. В панорамах Q1 – Q4 школьникам предлагаются вопросы именно по таймлайнам, по ключевым моментам таймлайна — что произошло раньше, что позже. Вопросы, касающиеся того, почему в истории физики именно так все произошло, а не иначе, возникают у учащихся всегда, но это необходимо обсуждать за пределами виртуальной реальности.

VR приложение «Битвы путешественников во времени»

Осознание возможности путешествия по коридорам времени в виртуальной реальности мгновенно пробуждает интерес у большинства учащихся: они могут долго блуждать по виртуальным лока-

циям, рассматривая и изучая инфографику, соответствующую тому или иному времени. Затем, следуя инструкциям, они завершают *VR* занятие, обсуждают результаты, слушают комментарии и пояснения учителя и проходят итоговую игровую викторину, также оформленную в виде виртуального тура.

«Битва путешественников во времени» — пример *VR* викторины для учащихся. Побеждает тот, кто быстрее ее проходит, последовательно выбирая правильные ответы на вопросы, передвигаясь по аренам виртуального тура. Соревнование двух и более *VR* игроков всегда увлекательно. Интеллектуальная битва путешественников во времени вызывает интерес не только у участников (Гладиаторов времени), но и у зрителей за пределами виртуальной реальности. Несмотря на кажущуюся простоту, викторину пройти не так-то легко, и «Битва» неизменно приводит к некоторому накалу страстей.

Вопросы по истории науки, хронологии научных открытий, часто задаются самими учащимися на занятиях, и я отвечал на них не только ученикам, но и учителям физики. Собственно, из ответов на эти вопросы и появились данные *VR* приложения.

Заключение

Таймлайны легко интегрируются в образовательный процесс: линии времени могут стать основой вводных, обзорных или итоговых занятий, а также для самостоятельного изучения физики. Как показывает опыт, таймлайны помогают учащимся контекстуализировать свои знания, описывать и анализировать научные факты, физические объекты, явления, величины, законы и теории, а *VR* викторины и *VR* квесты, связанные с временными линиями, пользуются большой популярностью у молодых людей.

VR таймлайны апробировались на групповых и индивидуальных (онлайн и очных) занятиях по физике с учащимися 7–11 классов. Виртуальные туры «Герои научных революций» и «Битва путешественников во времени» обсуждались на нескольких научных конференциях: в Китае (Гонконг, 2023, выступление с онлайн-докладом), Великобритании (2024, Кембридж, личное очное участие с докладом) и России (2024, Глазов, личное очное участие с докладом). Материалы этих конференций опубликованы, проиндексированы в международных базах данных и находятся в открытом доступе. В открытом доступе на международных видеохостингах размещены также видеоматериалы с полным прохождением как упомянутых в статье *VR* приложений, так и других.

Однако, заметим, что сейчас (в 2025 году, когда была написана эта статья) мы имеем дело с довольно трудоемкой образовательной технологией (как в плане разработки, так и в плане применения), опирающейся на пока еще несколько неуклюжие и хрупкие *VR* устройства, а также капризные в настройке приложения. Естествен-

но, мы всегда ждем появления нового и более совершенного аппаратного и программного обеспечения: новых устройств виртуальной реальности и новых приложений с простым и понятным интерфейсом. И, наконец, в процессе тестирования этой технологии всегда обнаруживаются определенные технические, медицинские, психологические, педагогические, культурные и религиозные ограничения, нуждающиеся в дополнительном описании и специальном исследовании. Но эти вопросы выходят за рамки статьи и требуют отдельного обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jardim W. T., Guerra A., Schiffer H. History of Science in Physics Teaching // Science & Education. — 2021. — V. 30. — № 3. — P. 609–638. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00191-x>.
2. Капралов А. И. Исторические задачи по физике в основной школе // Методика преподавания математических и естественнонаучных дисциплин: современные проблемы и тенденции развития: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, 04 июля 2019 года. Омск: Омский государственный технический университет. — 2019. — С. 122–124. EDN: <https://elibrary.ru/jxtntz>.
3. Stenlund J., Schönborn K., Johansson Sydqvist V. Visualisation of deep evolutionary time: looking back and looking forward // Journal of Biological Education. — 2024. — 1-25. DOI: <https://doi.org/10.1080/00219266.2024.2420014>.
4. Thomas E. The Philosophy of Joseph Priestley's 1765 Timeline: Abstract Ideas, Time, and Human Progress // History of Philosophy Quarterly. — 2023. — V. 40. — № 1. — P. 25–58. DOI: <https://doi.org/10.5406/21521026.40.1.03>.
5. Rosenberg D., Grafton A. Cartographies of time. New York: Princeton Architectural Press. — 2010. — 272 pages. LCCN: <https://lccn.loc.gov/2008052892>.
6. Georgiou Y., Tsvitanidou O., Ioannou A. Learning experience design with immersive virtual reality in physics education // Educational Technology Research and Development. — 2021. — V. 69. — № 6. — Pp. 3051–3080. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10055-y>.
7. Antonio R. P., Castro R. R. Effectiveness of Virtual Simulations in Improving Secondary Students' Achievement in Physics: A Meta-Analysis // International Journal of Instruction. — 2023. — V. 16. — № 2. Pp. 533–556. DOI: <https://doi.org/10.29333/iji.2023.16229a>.
8. Kisek E. Timelines of Discovery in Physics: Classical to Quantum. CreateSpace Independent Publishing Platform. — 2016. — 150 pages. ISBN: 1532976739.
9. Дмитриев И. С. Неизвестный Ньютон. Силуэт на фоне эпохи. Научное издание. Санкт-Петербург: Алетейя, 1999. — 781 с. EDN: <https://elibrary.ru/luzwjl>.
10. Сузовикина С. А., Журавкова Ю. В. Использование «Ленты времени» на занятиях по физике как средство развития общекультурных качеств обучающихся // Реализация требований ФГОС при обучении физике: Материалы Международной научно-практической конференции, 16–17 ноября 2015 года. Омск: ООО «Полиграфический центр КАН», 2015. — С. 100–105. EDN: <https://elibrary.ru/yqgrbz>.

11. Métioui A. Pre-Service Secondary Science Teachers and the Contemporary Epistemological and Philosophical Conceptions of the Nature of Science: Scientific Knowledge Construction Through History // *Metrics*. — 2025. — 2(2):7. DOI: <https://doi.org/10.3390/metrics2020007>.
12. Павлов И. И., Хабарова Е. А. Таймлайн как способ визуализации понятий у обучающихся на уроке биологии // *Биология в школе*. — 2022. — № 1. — С. 40–46. EDN: <https://elibrary.ru/nzglcv>.
13. Томилина С. Д., Чолокоглы М. А. Планирование и разработка электронного курса с применением лент времени // *Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР*. — 2023. — № 1–2. — С. 130–132. EDN: <https://elibrary.ru/ktehzc>.
14. Aigner W., Miksch S., Schumann H., Tominski C. Visualization of Time-Oriented Data. — London: Springer, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-0-85729-079-3>.
15. Norberg J. Progress: ten reasons to look forward to the future. — London: Oneworld, 2018. — 246 pages. ISBN: 1786070650.
16. Brehmer M., Lee B., Bach B., Riche N., Munzner T. Timelines Revisited: A Design Space and Considerations for Expressive Storytelling // *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*. — 2017. — № 23. — Pp. 2151–2164. DOI: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2016.2614803>.
17. Bosmos F., Tzallas A. T., Tsiouras M. G., Glavas E., Giannakeas N. Virtual and Augmented Experience in Virtual Learning Tours // *Information*. — 2023. — 14(5):294. DOI: <https://doi.org/10.3390/info14050294>.
18. Nassani A., Zhang L., Bai H., & Billingham M. ShowMeAround: Giving Virtual Tours Using Live 360 Video // *Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Article № 168, Pages 1–4. — 2021. DOI: <https://doi.org/10.1145/3411763.3451555>.
19. Сауров Ю. А. Принцип цикличности в методике обучения физике: историко-методологический анализ. — Киров: Кировский институт повышения квалификации и переподготовки работников образования, 2008. — 223 с. EDN: <https://elibrary.ru/qwddfz>.
20. Effingham N. Time Travel: Probability and Impossibility. — Oxford University Press, 2020. — 260 pages. DOI: <https://doi.org/10.1093/oso/9780198842507.001.0001>.
21. Nahin P. J. Philosophers, Physicists, and the Time Travel Paradoxes // *Time Machine Tales*. Springer International Publishing. — 2016. — Pp. 187–244. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-48864-6_4.
22. Broderick D. The Time Machine Hypothesis: Extreme Science Meets Science Fiction. Springer International Publishing. — 2019. — 243 pages. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-16178-1>.