ТОЧНАЯ НАУКА

естественнонаучный журнал

XXXIII Международная научная конференция
"Техноконгресс"

**Сборник статей
международной
естественнонаучной
конференции
с публикацией в НЭБ elibrary.ru**

t-nauka.ru

Кемерово 2018

СБОРНИК СТАТЕЙ ТРИДЦАТЬ ЧЕТВЕРТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ТЕХНОКОНГРЕСС»

31 декабря 2018 г.
ББК Ч 214(2Рос-4Ке)73я431
ISBN 978-5-9907998-6-8
Кемерово УДК 378.001. Сборник статей студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава. По результатам XXXIV Международной научной конференции «Техноконгресс», 31 декабря 2018 г. www.t-nauka.ru / Редкол.:

Никитин Павел Игоревич - главный редактор, ответственный за выпуск журнала
Баянов Игорь Вадимович - математик, специалист по построению информационно-аналитических систем, ответственный за первичную модерацию, редактирование и рецензирование статей
Артемасов Валерий Валерьевич - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей
Зимина Мария Игоревна - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей
Нормирзаев Абдукаюм Рахимбердиеви - кандидат технических наук, Наманганский инжинерно-строительный институт (НамМПИ)
Безуглов Александр Михайлович - доктор технических наук, профессор кафедры математики и математического моделирования, Южно-российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) им. М.И .Платова,
Наджарян Микаел Товмасович - кандидат технических наук, доцент, Национальный политехнический университет Армении
Шушлебин Игорь Михайлович - кандидат физико-математических наук, кафедра физики твёрдого тела Воронежского государственного технического университета
Равшанов Дилшод Чоршанбиевич - кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Технология, машины и оборудования полиграфического производства», Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими
Крутякова Маргарита Викторовна – доцент, кандидат технических наук, Московский политехнический университет
Гладков Роман Викторович - кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации вооружения и военной техники Рязанского гвардейского высшего воздушно-десантного командного училища
Моногаров Сергей Иванович - кандидат технических наук доцент Армавирского механико-технологического института (филиал) ФГОУ ВО КубГТУ
Шевченко Сергей Николаевич - кандидат технических наук, доцент кафедры СЭУ, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота РФ
Отакулов Салим - Доктор физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики Джизакского политехнического института
А.О. Сергеева (ответственный администратор)[и др.];

Кемерово 2018

В сборнике представлены материалы докладов по результатам научной конференции.

Цель – привлечение студентов к научной деятельности, формирование навыков выполнения научно-исследовательских работ, развитие инициативы в учебе и будущей деятельности в условиях рыночной экономики.

Для студентов, молодых ученых и преподавателей вузов.

Издательский дом «Плутон» www.idpluton.ru e-mail: admin@idpluton.ru
Подписано в печать 31.12.2018 г. Формат 14,8×21 1/4. | Усл. печ. л. 3.2. | Тираж 300.

Все статьи проходят рецензирование (экспертную оценку).
Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.
Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей и за сам факт их публикации.
Редакция не несет ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.
При использовании и заимствовании материалов ссылка обязательна.

Оглавление

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ 3
Хиржев Н.В.
2. ПРОТИВОРЕЧИЯ КОСМОЛОГИЧЕСКИХ БЕЛЫХ ДЫР……7
Путенихин П.В.
3. КОРРЕКТНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОБ ОТЕЛЕ ГИЛЬБЕРТА……..……....20
Путенихин П.В.
4. ХАРАКТЕРИСТИКА УМЫШЛЕННОГО ПРИЧИНЕНИЯ ТЯЖКОГО ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ……...26
Дмитрюк В.Л., Колмыков Д.В., Саранский А.В., Новиков В.И.
5. ПОНЯТИЕ АГЕНТА В СИСТЕМАХ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ……...32
Шумилина Е.Н., Сажин П.А., Агафонкина С.В., Погребной Ю.Е.

Статьи XXXIV Международной научной конференции «Техноконгресс»

Хиржев Никита Викторович
Khirzhev Nikita Viktorovich
Студент Омского техникума железнодорожного транспорта, факультет Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте.

УДК 624

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ (железных дорог/железнодорожного транспорта)

CURRENT STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT ON THE RAILWAY

Аннотация: В статье представлено становление опорного хозяйства.Отражены главные выдаю щиеся качества железных опор над железобетонными. Проведен тест состояния опорного хозяйства и показана значимость пересмотра вопросов организации эксплуатации контактной сети без заземления опор на рельсы.

Annotation: The article presents the of formation of the reference economy. The main outstanding qualities of the iron posts on concrete. The test of a condition of basic economy is carried out and the importance of revision of questions of the organization of operation of a contact network without grounding of support on rails is shown.

Ключевые слова: электрификация, опорное хозяйство, металлические опоры, контактная сет ь, разземление опор.

Keywords: electrification, support equipment, metal support, contact network, ungrounded support.

Без сомнения, ж/д нужно развивать, отказ приведет к резкому замедлению темпов финансового подъема в стране. Была разработана муниципальная Стратегия становления ж/д автотранспорта в РФ на максимально вероятную перспективу-до 2030 г.«Целью стратегии становления ж/д автотранспорта Русской Федерации считается транспортное обеспечивание ускоренного финансового подъема в РФ на базе действенного становления и модернизации ж/д автотранспорта, гарантирующего согласие финансового места Русской Федерации и реализацию конституционных прав людей на свободу передвижения и достижение массовой конкурентоспособности транспортной системы». Электрифицированная железная дорога представляет собой трудный комплекс взаимосвязанных приборов, между которых, важное место занимает контактная сеть. Одним из ведущих составляющих контактной сети считаются опоры, обеспечивающие состояние контактной подвески в проекте и профиле над ж/д способами, реализуется предоставление электричества подвижному составу и надежность токосъема. В различные периоды времени, начиная с 1929 г. (когда была сооружена 1-ая электрифицированная линия) и по реальное время, опоры контактной сети прошли некоторое количество рубежей эволюционного становления.

На первом рубеже, начиная с 1929 г. и по 1955 г., при электрификации применялись железные и древесные, за редчайшим исключением железобетонные опоры. Уже к середине 1950х годов навык эксплуатации контактной сети показал, что большей долговечностью и надежностью владели, железные опоры. 2 период в развитии опорного хозяйства контактной сети стартовал с середины 1960х годов и связан с принятием в то время генерального плана электрификации ж/д РФ. Для его воплощения при планировавшихся темпах сооружения электрифицированных линий требовалось много металла. Впрочем в тот этап в стране чувствовался серьёзный недостаток металла, в следствие этого появились большие проблемы. В связи с этим событием было принято решение о наивысшем применении для изготовления опор железобетона.

На данном рубеже обширно применялись сначала напряженные опоры, армированные прочной проволокой. При дальнейшей эксплуатации данных опор выявились

их неискоренимые конструктивные дефекты и невысокая надежность. Начиная с 1993 г. стартовал 3ий период в связи с принятием нового подхода к конструированию и обеспечению надежности опор. Данный этап характеризуется использованием высоконадежных опор со смешанным армированием. Еще проводилась и проводится разработка и улучшение железных опор контактной сети. До недавнего времени ключевым препятствием по широкому использованию железных стоек считалась высочайшая их цена по сравнению с железобетонными (в 1,7—2,1 раза). С 2006 по 2007 гг. тенденция резкого наращивания цены железобетонных стоек опор контактной сети практически сократила разницу, которая не послужила сдерживающим фактором использования железных стоек на объектах новой электрификации и реконструкции контактной сети. Проделанный тест техникоэкономического сопоставления разновидностей монтажа железных опор в обмен железобетонных при строительстве и реконструкции контактной сети еще зарекомендовал ряд превосходства железных опор:

1. Облегченная установка на железобетонный фундамент с возможностью регулирования вертикального положения опоры без регулирования вертикального положения фундамента.
2. Облегченная диагностика состояния металла, долгий срок службы.
3. Наименьшие издержки при последующей эксплуатации.
4. Отсутствие проблем с дальнейшей утилизацией.

В связи с данными обстоятельствами Департаментом электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД» создано Техническое указание № К-04/07 от 01.06.2007 г. «О использовании железных опор при строительстве и реконструкции контактной сети». В нем обязывают привнести корректировки в проектно-сметную документацию, технические задания и технические обстоятельства при строительстве и реконструкции контактной сети. Согласно этому указанию нужно использовать лишь только раздельные железные опоры, а железобетонные использовать лишь только в редких случаях при согласовании Департамента. Меж тем, действующие проектные решения по контактной сети КС-160 и КС-200 были разработаны в 2001—2007 гг. с учетом использования железобетонных опор. В связи с этим разработан один из планов — КС.МК-08 «Металлические коробчатые двухшвеллерные опоры контактной сети. Узлы крепления поддерживающих систем. Материалы для проектирования и монтажа» от 16.04.2008 г., в котором приведены технические заключения для реализации на железных опорах на подобии МК (МКГ) узлов контактной сети по ранее разработанным планам КС-160 и КС-200.

Опоры в предоставленном плане конструктивно выполнены как раздельные, устанавливаемые на железобетонные трехлучевые фундаменты ТСА, ТСАЭ по плану 4182И ОАО «ЦНИИС» с закреплением их с помощью анкерных болтов, забетонированных в фундамент. По состоянию на 01.07.2013 г., парк опор контактной сети составляет 1,738 млн. опор, из них 1,59 млн. железобетонных (38,8 % на участках постоянного тока, 61,2 % на участках переменного тока) и 0,14 млн. железных опор.

Численность опор контактной сети со сроком эксплуатации выше 40 лет составляет 556,6 тыс. опор, или же 32 %. Наибольшая численность этих опор в хозяйствах Московской(78,2 тыс. шт.), Западно-Сибирской (75,7 тыс. шт.), Южно-Уральской (52,1 тыс. шт.) и Юго-Восточной (51,0 тыс. шт.) дирекций инфраструктуры. Динамика количества опор контактной сети старше 40 лет представлена на рис. 1.

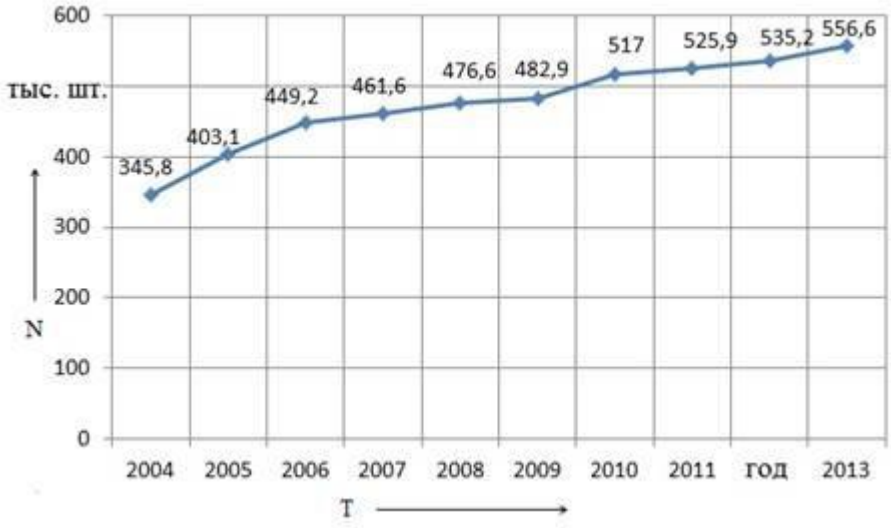

Рисунок 1. Динамика количества опор контактной сети старше 40 лет (тыс. шт.)

В хозяйстве эксплуатируется в пределах 67,5 тыс. дефектных опор контактной сети. Наибольшее количество дефектных опор в Красноярской ДИ (11,6 тыс. шт.), Дальневосточной (8,1 тыс. шт.), Южно-Уральской (7,9 тыс. шт.), Западно-Сибирской (6,1 тыс. шт.) и Свердловской (5,4 тыс. шт.). В среднем по сети дорог удельный вес дефектных опор оформляет 3,9 %. Ещё в хозяйстве электрификации и электроснабжения сети дорог в эксплуатации на 01.07.2013 г. пребывали 303 остро бракованных опоры контактной сети. Из 303 остро бракованных опор: 289 — железобетонные, 14 — стальные.

На участках неизменного тока в целом по сети находится в эксплуатации 33,5 тыс. электрокоррозионно небезопасных опор. Наибольшое их численность на Западно-Сибирской — 11,4 тыс., Южно-Уральской — 9,7 тыс. В среднем по сети дорог удельный вес электрокоррозионно небезопасных опор на участках постоян. тока состав. 3,8 %. «План поэтапной замены дефектных и электрокоррозионных опор контактной сети на период 2013—2015 гг.» любой год принимаются меры по большему снижению количества дефектных опор и опор старше 40 лет. За 2013 г. в целом по хозяйству было заменено 8806 опор контактной сети, из их дефектных и остродефектных — 4866 опор. В целом по сети дорог численность замененных остродефектных и дефектных опор состав. 55,3 % от общего парка выменянных опор. Как уже было подмечено, опоры надеются собой раз из больше нешуточных элементах контактной сети. От их состояния во многом находится в зависимости защищенность и бесперебойность движения поездов. Выход из строя в что количестве и одной опоры содержит вероятность привести к длинным перерывам в движении поездов или же к серьезной катастрофе. Защищенность движения поездов и экономика перевозок безотступно требуют, чтобы эксплуатационная надежность опор была высокой в назначение всего расчетного срока их службы. Это заказ содержит вероятность быть исполнена с постепенной подменой железобетонных опор на стальные опоры.

На возобновил проектируемых участках планируют назначать стальные опоры, именно собственно что безотступно просит пересмотра ряда вопросов организации эксплуатации контактной сети без заземления опор на рельсы.

Библиографический список:

1.«Анализ состояния опорного хозяйства контактной сети во втором квартале 2013 г.» (утверждены распоряжением Управления электрификации и электроснабжения Центральной дирекции инфраструктуры филиала ОАО «РЖД» от 22 июля 2013 г. № ЦЭЭ-13/02).

2.«Анализ работы хозяйства электрификации и электроснабжения за 2012 г.» (утверждены распоряжением Управления электрификации и электроснабжения Центральной дирекции инфраструктуры филиала ОАО «РЖД» от 22 марта 2013 г. № исх – 9499/ЦДИ).

3.Подольский В.И. Железобетонные опоры контактной сети. Конструкция, эксплуатация, диагностика: Труды ВНИИЖТ. М.: Интекст, 2007. — 152 с.

4.Техническое указание № К-04/07 «О применении металлических опор при строительстве и реконструкции контактной сети»

Путенихин Петр Васильевич
Putenikhin Peter Vasilievich
Независимый исследователь

УДК 521.9; 524.8; 524.882

ПРОТИВОРЕЧИЯ КОСМОЛОГИЧЕСКИХ БЕЛЫХ ДЫР

CONTRADICTIONS OF THE COSMOLOGICAL WHITE HOLES

Аннотация: Космологическая Белая дыра является следствием ошибочной трактовки частных решений общей теории относительности. Такого объекта не существует, реально существующим физическим объектом является только Черная дыра. Феномен космологической Белой дыры как антагониста Черной дыры возник в результате преобразования шварцшильдовского уравнения интервала с целью устранения координатной сингулярности. Однако изображение на диаграммах Черной и Белой дыр и их двух сингулярностей выявляет противоречия, требующие признать, что Черная и Белая дыры – это одна и та же Черная дыра, а две сингулярности являются одной сингулярностью.

Abstract: The cosmological White Hole is a consequence of the erroneous interpretation of particular solutions of the general relativity. There is no such object, a real physical object is only the Black Hole.

Ключевые слова: Черная дыра; Белая дыра; диаграмма Шварцшильда; диаграмма Крускала-Шекереса (Секереша); диаграмма Пенроуза; черепашья координата; параллельная Вселенная; обмен ролей; времениподобный; пространственноподобный; геодезическая; конформный

Keywords: Black Hole; White Hole; the Schwarzschild diagram; the Kruskal-Szekeres diagram; the Penrose diagram; tortoise coordinate; parallel universe; exchange of roles; timelike; spacelike; geodesic; conformal

Гипотезы о параллельных мирах

Математическая сущность любых координатных диаграмм состоит в том, что это обычная хотя и не всегда привычная система координат, содержащая координатные оси и координатную сетку, будь то классические декартовы координаты, полярные координаты или любые иные. На плоскости листа или экрана эти координатные диаграммы позволяют наглядно, визуально, графически показать свойства исследуемых функций, наборов данных, таблиц. Следовательно, между графиками, фигурами и их аналитическими представлениями на таких диаграммах в принципе не должно быть никаких несоответствий. Всякая функция имеет некоторый набор, массив значений, и каждому из этих значений должна соответствовать реальная точка на диаграмме. Напротив, если на диаграмму наносится какая-либо точка, то она, в свою очередь, в обязательном порядке должна быть тем или иным решением отображаемой функции.

В этом отношении такое соответствие чаще всего выполняется. Однако есть и едва заметные отклонения. Бывает, что такое соответствие отсутствует, но впечатление о его наличии создается интуитивно. Можно назвать это своеобразной иллюзией, когда нет реальной, технической возможности точно отобразить на графиках аналитические соотношения, изображение приводится в несколько образном, абстрактно-иллюстративном виде. Во многих случаях это вполне допустимо и не является принципиальным недостатком таких диаграмм. Однако области и точки, как бы автоматически появляющиеся на таких диаграммах, графиках и на самом деле не имеющие соответствующих аналитических решений, в некоторых случаях все-таки недопустимы. В этом случае приписывать такие отсутствующие решения исходным аналитическим выражениям, безусловно, нельзя и всегда нужно соблюдать осторожность, чтобы не допустить такого приписывания неумышленно. Диаграммы, как правило, производны от аналитики, поэтому ошибки на них не столь опасны, как в аналитических выражениях. Если же такое несоответствие обнаруживается явным образом, то в этом случае решающим является выяснение источника ошибки – чрезмерно условны либо диаграммы, либо аналитические выражения. Заметим, что парадоксальным, противоречивым чаще всего является не само решение и его диаграммы, а их последующая интерпретация.

В литературе иной раз можно встретить высказывание вида "плохого (неудачного) выбора", которое, по большому счету, можно применить ко многим выкладкам как в физике [11, т.3, с.20], так

и в других науках. Но далее мы обратим внимание лишь на "неудачный выбор системы координат" в теории гравитации – общей теории относительности. В первую очередь нас интересует, каким образом в общей теории относительности строго научно возникает многомерное и многомировое пространство. Каким образом в ней обосновывается появление параллельных вселенных, Белых дыр и мостов между Вселенными.

Диаграммы Шварцшильда

Одной из наиболее наглядных демонстраций параллельной Вселенной в общей теории относительности, несомненно, является максимально расширенное решение Шварцшильда на диаграммах Пенроуза для так называемой вечной Черной дыры, на которых параллельная Вселенная фактически появляется как неизбежный элемент.

Понятия параллельных миров и многомерных пространств чаще всего, если не всегда, связывают с так называемым мостом Эйнштейна-Розена. Прежде всего, видимо, следует немного уточнить смысл этого понятия. Возникло оно при рассмотрении одного из первых широко известных решений уравнений общей теории относительности Эйнштейна, решения Шварцшильда, которое чисто математически, аналитически предсказало существование так называемых "невидимых звёзд" – космологических Черных дыр. Изначально непосредственно о параллельных мирах авторы речи не вели. Тем не менее, некоторые из их рассуждений позволяют все-таки произвести более широкую трактовку.

Традиционно, ввиду сферической симметрии звезды, уравнения теории относительности записывают в сферических координатах. Решение Шварцшильда для сферически симметричного статического гравитационного поля в этом случае приобретает вид:

$$ds^2 = \left(1-\frac{2m}{r}\right)dt^2 - \left(1-\frac{2m}{r}\right)^{-1} dr^2 - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2) \quad (1)$$

Решение предполагает, что $r > 2m$, хотя полное пространство-время захватывает и область $0 \le r < 2m$, а сферические углы изменяются в диапазонах $0 \le \theta \le \pi$, $0 \le \varphi \le 2\pi$. Последнее слагаемое обращается в нуль при $\theta = 0$. Обращение в нуль означает радиальное движение, и то, что ни одно из пространственных направлений вокруг звезды не является выделенным. Обращение же в бесконечность второго слагаемого вблизи $r = 2m$ означает проявление так называемой координатной сингулярности. Появление сингулярных точек в физической теории является для неё сигналом о том, что теория столкнулась с серьёзными затруднениями. Для устранения координатной сингулярности в уравнении Шварцшильда (1) делается замена переменной:

$$u^2 = r - 2m$$

В результате такой замены ни один из коэффициентов в метрике больше не обращается в бесконечность (5а):

$$ds^2 = \frac{u^2}{u^2+2m}dt^2 - 4(u^2+2m)du^2 - (u^2+2m)^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2)$$

Замена переменной и приводит к возникновению традиционного понятия моста Эйнштейна-Розена:

"Когда u меняется от $-\infty$ до $+\infty$, переменная r изменяется от $+\infty$ до 2m и затем снова от 2m до $+\infty$. Попытка интерпретации регулярного решения (5а) в пространстве r, θ, φ, t приводит к следующему результату. Четырехмерное пространство математически описывается двумя конгруэнтными областями или "листами", соответствующими значениям $u > 0$ и $u < 0$, которые соединяются гиперплоскостью $r = 2m$ или $u = 0$, на которой g обращается в нуль. Такое соединение двух листов мы назовем "мостом" [14, с.428].

Можно сказать, что здесь мост приобрел самые весомые основания и реальные очертания. И для этого потребовалось всего лишь изменить переменную.

Однако внимательно рассмотрим вновь созданную картину. Мы помним, что система координат рассматриваемого решения Шварцшильда является сферической. Такая система характеризуется, в частности, радиус-вектором, длина которого всегда положительна, то есть, $0 < \rho < +\infty$. Соответственно, в исходном решении Шварцшильда величина радиуса также изменяется в этих пределах $0 < r < +\infty$. Внутри именно этого интервала и возникает координатная сингулярность $r = 2m$.

Обратимся вновь к уравнению модифицированного интервала Шварцшильда. Здесь параметр u стал новым, хотя и отвлеченным радиусом-вектором. И этот эмулированный радиус-вектор u

изменяется как-то странно, в интервале от *минус* до плюс бесконечности. Какой геометрический смысл имеют сферические координаты с *отрицательным* радиус-вектором? Отметим это: изначально диапазон сферического пространства-времени обеспечивался классическим радиусом-вектором положительной величины. Теперь этот же диапазон *дважды* формируется новым параметром, причем оказался "вырезанными", отброшенным интервал внутри Черной дыры $0 < r < 2m$. То есть, один и тот же диапазон пространства-времени просто-напросто дублируется. Почему же этот один и тот же диапазон рассматривается как два *разных* диапазона? Мы ведь могли сделать и другую замену. Например, если добавить всего лишь один индекс, то ситуация приобретёт довольно экстраординарный характер:

$$u_n^2 = r - 2m$$

где n = 0, 1, 2, 3 и так далее, либо вообще любое число – действительное, комплексное, кватернион, а $-\infty < u_n < +\infty$

Имеем ли мы право добавить такой индекс? А почему нет? Математически он не более противоречив, чем использованный Эйнштейном, зато физически приводит к совершенно корректному появлению *любого желаемого числа* параллельных Вселенных. Можно и далее использовать возможности этого метода. Например, квантовая механика, как известно, широко оперирует комплексными числами. В частности, известная плоскость Аргана, по существу, представляет собой массив комплексных чисел, комплексную плоскость или геометрическое представление комплексных чисел. На этой плоскости мнимая и реальная части комплексного числа представляются просто как ортогональные координатные оси. Поэтому представление параметра u_n как модуля комплексного числа добавляет еще один бесконечный *массив* параллельных Вселенных, поскольку такие векторы заполняют всю комплексную плоскость. Если же представить параметр u_n как кватернион, ещё одну разновидность комплексных чисел, то массив параллельных Вселенных станет вообще четырехмерным гиперкомплексным пространством. В этом случае уравнение Шварцшильда следует рассматривать в четырехмерном гиперкомплексном пространстве, а сами мосты уже будут неизбежно многомерными.

Добавим, что существует немало и других подобных замен переменных в решениях уравнений Эйнштейна. Невозможно отрицать, что именно эти замены и привели к появлению многослойных параллельных миров на диаграммах Крускала-Шекереса, Пенроуза и других. Именно этим и только этим можно объяснить появление кротовых нор в решениях Шварцшильда, Керра, Райсснера-Нордстрёма для стационарных, вращающихся и заряженных Черных дыр.

Однако всё это явно искусственные приемы, ни в коем случае прямо не следующие из метрики Шварцшильда. Иначе говоря, появление классического моста Эйнштейна-Розена явилось следствием плохо обоснованного удвоения числа решений уравнения Шварцшильда и весьма вольной *частной* трактовкой метода замены переменных, подстановки.

Падение частиц на горизонт Шварцшильда

Для последующего анализа нам понадобятся результаты решения одной из простейших, но, тем не менее, интересных задач: о свободном радиальном падении фотонов на шварцшильдовскую Черную дыру. Интерес состоит в ожидаемой возможности увидеть процесс образования, возникновения параллельного мира и Белой дыры, возможности осуществления движения по неким дополнительным гиперпространственным измерениям. Для построения уравнений движения рассмотрим уравнение интервала в сферических координатах (1):

$$ds^2 = -\left(1 - \frac{2m}{r}\right)dt^2 + \left(1 - \frac{2m}{r}\right)^{-1} dr^2 + r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2)$$

Падение будем рассматривать, как и многие другие авторы, вдоль нулевой угловой координаты θ, поскольку в этом случае последнее слагаемое обнуляется:

$$ds^2 = -\left(1 - \frac{2m}{r}\right)dt^2 + \left(1 - \frac{2m}{r}\right)^{-1} dr^2$$

Для построения уравнений движения, то есть, зависимости от времени удалённости фотона от горизонта событий, нам необходимы дополнительные условия. Воспользуемся методом, описанным в работе [5, с.5]. Первым очевидным уравнением является уравнение движения фотона, поскольку для него интервал ds^2 равен нулю:

$$0 = -\left(1-\frac{2m}{r}\right)dt^2 + \left(1-\frac{2m}{r}\right)^{-1} dr^2$$

После преобразования получаем:

$$\left(1-\frac{2m}{r}\right)dt^2 = \left(1-\frac{2m}{r}\right)^{-1} dr^2$$

и затем

$$dt = \left(1-\frac{2m}{r}\right)^{-1} dr = \frac{r}{r-2m}dr$$

Вычисление интеграла на интервале от r_0 до некоторой текущей точки дает выражение:

$$t = \int_{r0}^{r} \frac{r}{r-2m}dr = r - r_0 - 2m\ln\left(\frac{r_0-2m}{r-2m}\right)$$

Для простоты, краткости в качестве верхнего предела интегрирования сразу же взята сама переменная. Отметим, что это решение с точностью до констант и знака совпадает с решениями, полученными Боулером [6, с.181]:

"Время, необходимое свету для того, чтобы пройти от r_1 до r_2, можно найти, интегрируя (10.2.2):

$$t = \int_{r1}^{r2} \frac{dr}{1-2GM/r} = (r_2 - r_1) + 2GM\ln\left(\frac{r_2-2GM}{r_1-2GM}\right). \quad (10.2.3)"$$

и Новиковым [12, с.13]:

$$t = \frac{r_1 - r}{c} + \frac{r_g}{c}\ln\left(\frac{r_1-r_g}{r-r_g}\right) + t_0 \quad (2.3.3)$$

Собственно говоря, это решение достаточно очевидно и его приводят многие другие авторы практически в одном и том же виде [4, с.91; 7, с.87; 8, с.410; 10, с.419]. Действительно, если принять $c = 1$, $r_g=2m$ и эквивалентно заменив индексы, уравнение (2.3.3) приобретает такой же вид, как и (10.2.3) с точностью до знака, который, видимо, просто означает направление движения фотона.

Диаграммы Крускала-Шекереса

Как мы видели в работе Эйнштейна, появление дополнительной параллельной Вселенной определенно связано с её искусственным, принудительным внедрением, списываемым на попытку устранения координатной сингулярности. В дальнейшем для этой же цели были разработаны и другие системы координат, которые также опираются на специфические замены переменных. Вполне ожидаемо, что такие замены либо явно, либо скрытно способны расширить пространство-время метрики Шварцшильда. Строго говоря, метрика Шварцшильда описывает *полностью* всё реально существующее, доступное для восприятия пространство-время. В ней время изменяется на бесконечном интервале, а сферические координаты охватывают всю Вселенную. Исходя из этого, любое расширение пространства-времени Шварцшильда следовало бы рассматривать с очевидных математических позиций: любое решение должно входить в область определения и изменения функции. Тем не менее, геометрию Шварцшильда расширяют:

"Система координат, которая наиболее полно охватывает геометрию Шварцшильда, известна как система координат Крускала - Шекереса" [11, т.3, с.18].

"Наиболее полно" в данном случае звучит как заявление о недостаточной полноте метрики Шварцшильда. В самом деле, а каковы основания ограничивать существующий реальный мир, Бытие метрикой Шварцшильда? С другой стороны, строго говоря, и расширение этой метрики не имеет ни логических, ни физических или математических противоречий. Если мы постулятивно добавляем к нашей реальности новые пространственные измерения, то получаем, в общем-то, допустимые, осмысленные решения. Поэтому расширение метрики Шварцшильда, очевидно, можно рассматривать именно с этой позиции: осмысленности, логической непротиворечивости, отсутствия абсурдов. Например, координаты Крускала – Шекереса показывают, что в пространстве - времени Шварцшильда имеются две сингулярности и две внешние области:

"В системе координат Крускала-Шекереса сингулярность $r = 0$ расположена в том месте, где $v^2 - u^2 = 1$. Таким образом, фактически имеется не одна, а *две* сингулярности … Таким образом, и

здесь имеются фактически *две* внешние области" [11, т.3, с.29].

В литературе существует множество иллюстративных изображений координат Крускала-Шекереса. Например, один из таких вариантов изображения диаграммы представлен на рис.1 [1, с.20, fig.1.1]:

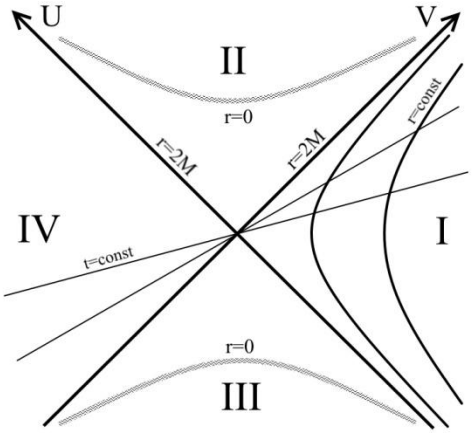

Рис.1. Вариант изображения диаграмм Крускала

Различаются такие диаграммы детализацией, полнотой, цветностью. Например, на рисунке, приведенном в учебнике "Гравитация" [11, т.3, с.32] оси *v-u* направлены, соответственно, вертикально и горизонтально. Это измененные оси по отношению к исходным диаграммам Крускала, на которых основными являются диагональные оси U-V, как показано на рис.1. Можно также встретить диаграмму, на которой вертикальная и горизонтальная оси условно обозначены как T-X [13, 2]. В исходном варианте на диаграммах Крускала сразу же возникают четыре попарно симметричные области как их неотъемлемое аналитическое свойство. В связи с появлением таких новых областей авторы учебника задаются выглядящим вполне уместно вопросом:

"Как это может быть? Когда геометрия описывается в шварцшильдовских координатах, она содержит одну сингулярность и одну внешнюю область; но когда геометрия Шварцшильда описывается в координатах Крускала-Шекереса, в ней появляются две сингулярности и две внешние области. Ответ состоит в том, что шварцшильдовская система координат охватывает лишь часть пространственно-временного многообразия; эту систему координат следует представлять себе как местную координатную сетку, наложенную лишь на часть этого многообразия. С помощью преобразования координат, приводящего к координатам Крускала-Шекереса, мы получаем метрику, которая покрывает все (или почти все) многообразие и которая является аналитическим продолжением ограниченного шварцшильдовского решения" [11, т.3, с.29].

Но с таким ответом нельзя согласиться. На самом деле есть другой, куда более очевидный ответ. Такое преобразование координат привело к *созданию с нуля дополнительной метрики*, которая на самом деле всё (или почти всё) многообразие не *покрывает*, а *добавляет* к исходному *полному* многообразию Шварцшильда его копию, дубль. Очевидно, здесь механизм такого добавления, в общем, тождественен тому, какой использовал Эйнштейн при создании параллельных миров и мостов между ними. Как и там, здесь дополнительное пространство-время возникло в результате квадратичной замены исходных координат.

Как и в случае с эйнштейновским расширением метрики Шварцшильда здесь так же можно безгранично увеличивать, продолжать "ограниченные шварцшильдовские решения". Можно, например, просто добавить ещё одну, вращательную координату, то есть, "раскрутить" координаты Крускала-Шекереса вокруг вертикальной оси. Из двух сингулярностей при этом будет образован двухполостной гиперболоид, из линий времени – конусы времени, а координатные сетки областей I и III станут набором гиперболоидов вращения. Как вариант, каждому значению введенного вращательного параметра ω_i можно будет приписать свою собственную параллельную Вселенную, причем переход между ними теперь уже не требует никаких специальных мостов.

Также можно "раскрутить" диаграмму вокруг горизонтальной оси. В результате будут получены новые конусы времени, а для нашей и параллельной Вселенной – гиперболоиды расстояний. При этом области Черной и Белой дыр объединятся, а сингулярности сольются в одну.

Третий вариант такого вольного "расширения" диаграммы Крускала – это просто наложить на неё любое множество таких же диаграмм, как листы в книге, каждый из которых будет описывать свою пару "нашей и параллельной Вселенной", причем все "наши" и все "параллельные Вселенные",

а также их области Черных и Белых дыр по принадлежности будут бесконфликтно соединены друг с другом по новому, добавленному пространственному измерению.

Очевидно, возможны как другие трактовки таких гиперболоидных координат Крускала-Шекереса, так и другие дополнительные их погружения в пространства Евклида большего числа измерений. Однако при всех этих модификациях следует отдавать себе отчет и, кстати, явно это указывать, что они никак не связаны с базовым пространством, метрикой Шварцшильда, а являются простым следствием её вольного, постулятивного расширения.

Противоречия и иллюзорность понятия Белой дыры

Бесспорно, что сами по себе все такие расширенные диаграммы *выглядят* непротиворечиво и *вроде бы* позволяют корректно отразить любые мировые линии. Для демонстрации рассмотрим гипотетический случай со звездолетом, совершающим замкнутый цикл полёта. В начальный момент времени эксперимента, в некотором отдаленном прошлом звездолёт находился на стационарной орбите вблизи горизонта событий Черной дыры – в точке А. Завершив запланированные эксперименты, астронавты отправляют световой сигнал удалённым наблюдателям и, для контроля, в сторону Черной дыры. Изобразим эту ситуацию на традиционной диаграмме Крускала-Шекереса. Для экономии места мы приводим только основную часть диаграммы – область I, нашу Вселенную (рис.2). И сразу же обнаруживаем, что в традиционных координатах Крускала нулевую геодезическую мы не можем изобразить как прямую линию!

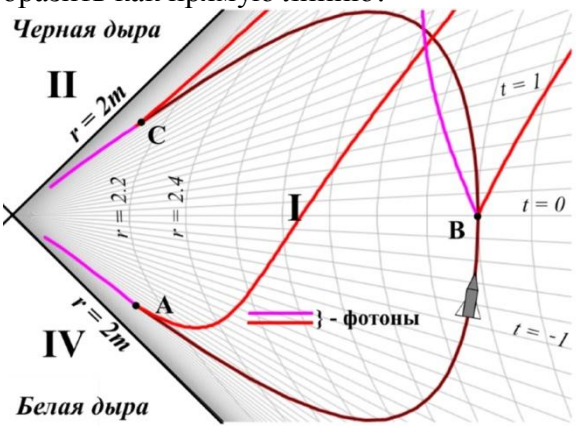

Рис.2. Эксперимент со звездолетом

Тем не менее, продолжим эксперимент. Звездолет удаляется от звезды с некоторой начальной скоростью и отрицательным ускорением. Достигнув наибольшего удаления, точки В, астронавты вновь отправляют два сигнала: один удаленным наблюдателям, другой – вновь в сторону Черной дыры. И эти нулевые геодезические на диаграмме изобразить в виде прямых линий нам не удалось.

Наконец, звездолёт вновь приблизился к исходной стационарной орбите, в точку С, с которой вновь посылает два световых сигнала. Как видим, в исходном варианте диаграмм Крускала светоподобные геодезические заметно отличаются от привычного конформного вида, когда они строго прямолинейны и наклонены под 45 градусов к горизонту. Связано это, очевидно, с особенностями использованной координатной сетки диаграммы. Действительно, если попытаться построить наугад, веером прямые линии во всех возможных направлениях, то среди них светоподобных мы не найдём вообще. Криволинейными оказываются все геодезические, и времениподобные, и светоподобные и пространственноподобные (кроме линий времени, то есть, пространственноподобные, тахионные) – рис.3 (слева). На рисунке изображены 36 прямых линий с угловым интервалом в 10 градусов, выглядящие как паук. Как видим, среди них собственно прямых линий нет, кроме одной – горизонтальной оси. Более того, левые стороны всех геодезических при продлении сходятся в левом углу диаграммы (к центру, если рассматривать полный вариант диаграммы).

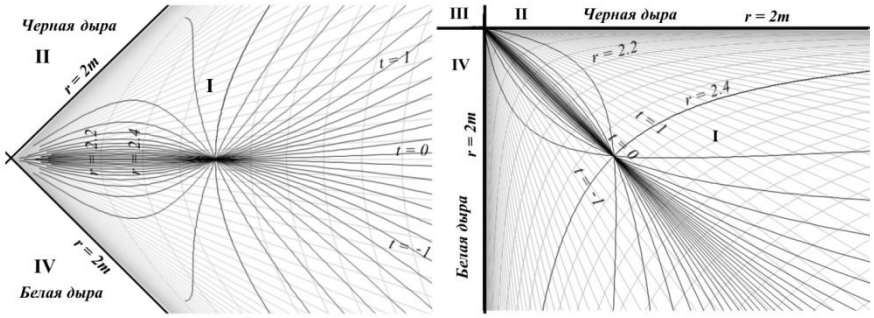

Рис.3. Веер прямых линий на диаграмме Крускала

Но, может быть, это особенность координатной сетки в данном варианте, на основе уравнений [11, т.3, с.28]? Чтобы проверить это, построим такое же семейство прямых линий на диаграмме Крускала-Шекереса в версии Строминжера – рис.3 (справа). Как и на предыдущих рисунках, здесь в полном размере также показана только область I – наша Вселенная. Поскольку в базовом варианте уравнения Строминжера [3, с.12] создают координатную сетку диаграммы Крускала в таком вот наклонном, диагональном виде, мы тоже не стали поворачивать её к традиционному положению. Главное видно и без поворота: пучок прямых линий всех возможных направлений показывает, что светоподобные, нулевые геодезические получить не удалось и в этом случае.

Как и выше, имея уравнения координатной сетки, мы обычным способом нанесли на неё графики аналитических функций $r = kt+r_0$. Функция задаёт прямую линию, направление которой определяет коэффициент k, а параметр r_0 означает лишь её параллельный перенос. Поэтому, если где-либо на диаграмме Крускала-Шекереса с исходной радиальной сеткой $r = \text{const}$ будут изображены светоподобные линии с наклоном в 45 градусов, к этому следует отнестись предельно скептически.

Черепашья координата на диаграмме Крускала

Скрупулезный анализ обнаруженной странности показал, что криволинейные нулевые геодезические неожиданным образом оказались связанными с так называемой черепашьей координатой. Такое название получило одно из специфических выражений в формализме теории гравитации. Собственно название само по себе связано с одной из апорий древнегреческого философа Зенона о быстроногом Ахиллесе, который никогда не догонит неторопливую черепаху. Как правило, уравнение черепашьей координаты в литературе [11, т.2, с.331] приводится в следующем виде:

$$r^* = r + 2m\ln\left(\frac{r}{2m} - 1\right) \quad (25.31)$$

Рассмотрим это выражение более подробно, для чего тривиально преобразуем его к сопоставимому виду

$$r^* = r + 2m\ln(r - 2m) + C$$

Теперь сравним это выражение с полученным ранее (здесь, Новиков, Боулер) решением для фотона, падающего на горизонт событий Черной дыры Шварцшильда

$$t = r - r_0 - 2m\ln\left(\frac{r_0 - 2m}{r - 2m}\right)$$

Приведем и это выражение к такому же виду, что и для черепашьей координаты, выделив константу

$$t = r + 2m\ln(r - 2m) + C$$

Теперь сравним эти два преобразованных выражения:

$$t \equiv r^* = r + 2m\ln(r - 2m) + C$$

Как видим, черепашья координата r* удивительным образом оказалась уравнением для времени падения фотона на шварцшильдовскую Черную дыру, попросту *полностью* совпав с ним. Уравнивание времени и расстояния не должно вводить в заблуждение, поскольку здесь просто завуалирована скорость света c = 1. Можно предположить, что главное назначение черепашьей координаты, хотя об этом прямо нигде и не заявлено, – это *спрямление нулевых геодезических* на исходных диаграммах Крускала-Шекереса, что видно на рис.4 (справа). В исходной версии

диаграмм, как мы только что обнаружили, нулевые геодезические невозможно изобразить прямыми линиями с уклоном в 45 градусов, что автоматически делает невозможными и световые конусы в традиционном виде. При использовании черепашьей координаты исходные координаты Крускала на самом деле просто деформируются, но весьма удобным образом. Можно даже сказать, что эта координата на самом деле является уравнением нулевой геодезической. Как видно на рис.4 (справа), семейство, веер прямых линий, построенных с использованием черепашьей координаты, содержит нулевые геодезические.

Изображены линии, проходящие через одну точку, но имеющие разный угол наклона (то есть, скорость частицы). Как видим, действительно прямыми линиями являются только световые, нулевые геодезические (выделены). Следует отметить, что в этом случае линии r = const (параболы) традиционной сетки на диаграммах Крускала, видимо, уже не являются точными значениями радиальной координаты.

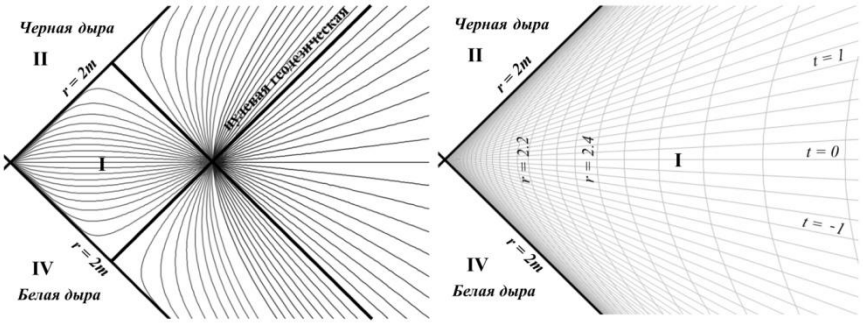

Рис.4. Семейство прямых линий на диаграмме Крускала в черепашьих координатах (слева). Конформная координатная сетка Крускала (справа)

При этом заметим, что для обеспечения конформности диаграммы Крускала её координатная сетка должна принципиально отличаться от исходной, традиционной. Линии r = const на такой диаграмме наносятся по экспоненциальному закону r ~ exp(u), как показано на рис.4 (справа), то есть, координатная сетка "расширяется" в обратном направлении: от сингулярности к бесконечности.

Используя черепашью координату, мы можем, исправить наш рис.2 с экспериментом на звездолете. И здесь совершенно неожиданно на приведенных диаграммах мы обнаруживаем ещё одну странность и даже, видимо, ранее никем не озвученную проблему.

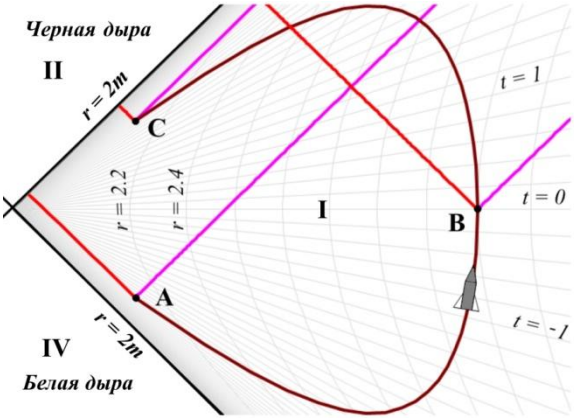

Рис.5. Эксперимент на звездолете

Посмотрим внимательно на рис.5, являющийся исправленным рис.2, и опишем изображенную на нем картину буквально, детально. Итак, мы видим, как звездолёт совершил бросок из окрестностей Черной дыры из точки A на некоторое удаление от неё, в точку B, после чего вновь вернулся на исходную орбиту в точку C. В процессе движения со звездолёта трижды подавались сдвоенные световые сигналы: один удалённым наблюдателям, а другой, зондирующий, эталонный – в сторону Черной дыры. Иными словами можно сказать, что один луч света испускался вперед, по ходу движения звездолёта, другой, одновременно с этим – в обратную сторону. Если угодно – за спину, через плечо. Мы не будем придираться к пространственноподобному виду его мировой линии, поскольку это всего лишь демонстрационный пример.

Итак, повторим: указанные пары сигналов были отправлены в момент старта из окрестностей Черной дыры из точки A, затем в наивысшей точке траектории B, на максимальном удалении от

Черной дыры. Последняя пара сигналов была отправлена в момент возвращения в исходную точку С.

Столь подробно процедуру сигнализации мы описываем неспроста. Во всех случаях сигналы были отправлены *в сторону* Черной дыры и в *противоположную* от неё сторону. И теперь самое интересное: вновь смотрим на диаграмму рис.5. Там отчетливо изображены все эти шесть сигналов. В описании мы также четко и ясно отметили, что ни один из них не был направлен куда-то в сторону, а *только* к Черной дыре и *только* в противоположном от неё направлении. Но на диаграмме три сигнала странным образом направлены не куда-нибудь, а в сторону, графически противоположную положению Белой дыры, то есть от неё. Мы явно отметили: все эти сигналы направлены вовне, наружу от Черной дыры. Три сигнала – на Черную дыру, и три – в противоположном от неё направлении, и ни одного сигнала, направленного к Белой дыре или от неё.

Итак: можно сколько угодно спорить и не соглашаться, но, как видим, эта самая Белая дыра на самом деле – это всё та же, одна-единственная Черная дыра. Нет на диаграмме ничего, кроме этой единственной Черной дыры. То, что странным образом решили назвать Белой дырой, на самом деле всё та же Черная дыра, но просто-напросто за нашей спиной. Если мы смотрим на неё – она Черная дыра. А если отвернулись и смотрим в противоположном направлении, она стала Белой?

Из этого же непосредственно следует, что фактически нет никаких разных областей II и IV – это одна и та же область, и сингулярность в ней тоже одна и та же. Нет никакого анти- или антипараллельного горизонта, а сетка r = const "обтекает" этот угол диаграммы гладко, без разрывов.

И здесь уместно вспомнить, каким образом были получены эти *считающиеся разными* парные области II и IV. Приведем примерную эволюцию координат Шварцшильда в диаграмму Пенроуза, несколько схожую с теми, что приводятся в литературе [9, с.164]. В исходном варианте координаты Шварцшильда рис.6а содержат одну сингулярность Черной дыры r = 0 и один её горизонт событий r = 2m. Затем начинается загадочная и не вполне последовательная деформация координат рис.6б. На некотором этапе без всякой видимой причины сингулярность Шварцшильда разрывается на две части – рис.6в. Заметим, что эта сингулярность, вообще-то является началом координат, их нулевой точкой. *Позади неё нет ничего*. Однако в момент её разрыва вдруг образовалась, материализовалась из ничего параллельная Вселенная.

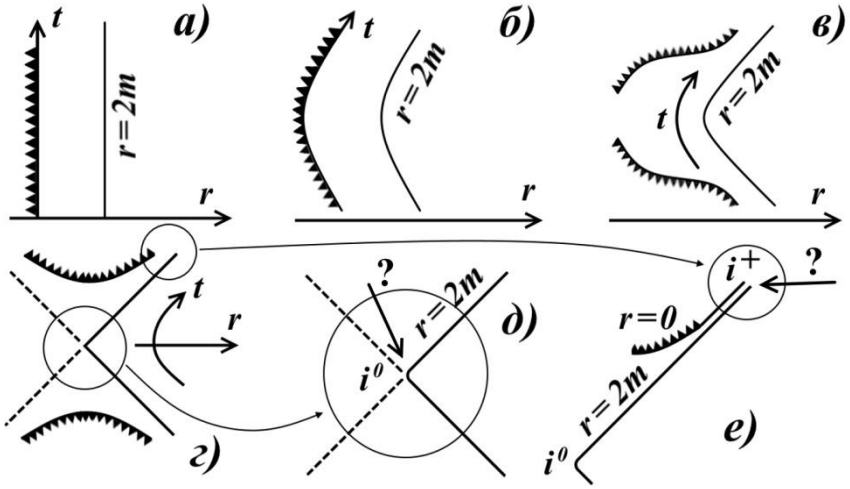

Рис.6. Эволюция координат Шварцшильда в диаграмму Пенроуза или Крускала-Шекереса

Смысл разрыва, разделения надвое начала координат, удвоения начальной точки объяснить весьма непросто. Было одно начало координат, стало два. Например, как бы выглядели в таком контексте двойное возникновение Вселенной, сдвоенный Большой взрыв? Тем не менее, процесс разделения продолжается рис.6г: удвоенные куски сингулярности, два начала координат разводятся, так сказать, по своим углам ринга и располагаются горизонтально.

А из пустого места, из точки разрыва стала стремительно разрастаться эфемерная параллельная Вселенная. Конечно, это уже частные, мелкие детали. Главное состоит в другом: горизонт событий r = 2m буквально переломили надвое, согнув в прямой угол. После этого начинаются очередные странные объединения линий. По сложно объяснимой причине из угла изогнутого горизонта событий "вытягиваются" как из небытия две линии – параллельный и антипараллельный горизонты, такие же эфемерные контуры эфемерной параллельной Вселенной. Но если мы внимательно присмотримся к этому "колену" горизонта r = 2m, присмотримся через очень сильный микроскоп, то мы не увидим на нём самом никаких ответвлений. Тем не менее, рис.6д, эти линии приклеивают к

"колену" и присваивают ему собственное имя i^0. На самом деле, это не *единая* точка, это искусственное образование, которое даже формально не может иметь аналитического описания.

Такая же процедура проделывается и в другой точке диаграммы рис.6е. Здесь дела обстоят ещё более странно, поскольку в этой окрестности собирается целый пучок линий, имеющих координаты от 0 до 2m. Тем не менее, этой окрестности также присваивается имя собственное – i^+. В итоге мы получаем довольно неестественное, но весьма удобное новообразование – максимально расширенное решение Шварцшильда. Главное в нём то, что разрезав *одну* и ту же, *единственную* сингулярность на две, мы стали считать, что теперь уже это две *разные* сингулярности. Но, как мы только что обнаружили, диаграммы решительно этому противятся, любые выкладки явно приводят нас к заключению: это по-прежнему одна и та же сингулярность одной и той же Черной дыры, одной и той же единственной Вселенной.

Заметим, что у всех без исключения традиционных диаграмм с Черной и Белой дырой как следствие есть еще одно удивительное, но закономерное и крайне, невероятно забавное свойство. На таких диаграммах *любая точка* всегда, в любой момент диаграммного времени *одинаково удалена* от Черной и Белой дыры. Действительно, давайте нанесем на диаграмму Крускала событие, произошедшее миллион лет назад в окрестности горизонта событий Черной дыры. Отметим это обстоятельство предельно четко и определенно: в окрестности Черной, а не Белой дыры. Изобразим это событие на диаграмме, изобразим условно, поскольку на диаграмме эту точку можно разглядеть только в электронный микроскоп. Итак, обозначим это событие буквой А.

Затем изобразим другое событие, которое произойдет, но теперь уже в окрестности Белой дыры, лишь через миллион лет. Скажем, в этот момент из неё вылетела последняя из оставшихся в ней частиц. Либо, как принято считать, где-то в связанную с нею Черную дыру упала эта самая частица и, туннелируя, вылетела из нашей Белой дыры. Это событие обозначим буквой В. Очевидно, что его мы тоже обозначим условно, поскольку и его на диаграмме Крускала можно разглядеть разве что в электронный микроскоп. А теперь посмотрим на получившуюся диаграмму рис.7.

Нет и нет! На диаграмме всё изображено верно: событие А – в окрестности Черной дыры, а событие В – в окрестности Белой. Но почему же на диаграмме мы явно видим обратное: событие А находится рядом с сингулярностью Белой дыры, а событие В – рядом с сингулярностью Черной?!

Вот в этом и состоит абсурд двух сингулярностей и пары дыр. Это *одна* сингулярность, это *одна*, Черная дыра, нет никакой Белой дыры с её анти-сингулярностью. Хотя между событиями А и В прошло два миллиона лет, но они всё это время, всегда находились в *одной и той же* точке пространства, на одном и том же удалении от горизонта событий – r_0. Это одна из *очевидных* особенностей таких диаграмм: на них в принципе *невозможно* изобразить точку, которая находилась бы на *разном* расстоянии от Черной и Белой дыры. Никакими ухищрениями ни на одну такую диаграмму *невозможно* нанести такое событие, чтобы оно к одной из сингулярностей было ближе, чем к другой. Любая точка на диаграмме Крускала или Пенроуза *всегда равноудалена* как от Черной, так и от Белой дыры, поскольку в один и тот же момент времени невозможно находится на разных расстояниях от одного и того же объекта. Добавим, что это свойство нигде в литературе не описано.

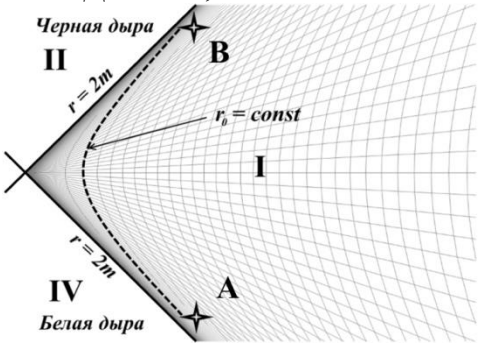

Рис.7. Два события в окрестностях Черной и Белой дыр

Еще раз отметим: два нулевых куска оси координат на подобных диаграммах разнесены в разные места, что весьма неестественно. На диаграммах фактически присутствуют *два* начала координат: каждая из сингулярностей имеет нулевое значение координаты r = 0. Легко догадаться, что в этом направлении просторы для многомирового творчества просто не имеют границ.

В этой связи возникают разные, довольно каверзные вопросы. Например, весьма странно теперь выглядят попытки построить мост, червоточину, проходящие в промежутке между двумя

сингулярностями, если оказывается, что это, вообще-то, одна и та же сингулярность, точка и никакого "между" здесь в принципе быть не может. Попробуйте-ка пройти между двумя столбами, если это один и тот же столб. Кроме того мост должен соединить нашу известную Вселенную с миражом, не имеющим никакой разумной истории происхождения.

Белая дыра на диаграмме Пенроуза

Итак, мы неожиданно обнаружили, что Черная и Белая дыра оказываются совмещенными, являются одной и той же единственной дырой с единственной сингулярностью. Возникает естественный, но риторический вопрос: что осталось после такого слияния – классическая Черная или мифическая Белая дыра? Рассмотрим ситуацию еще раз, теперь уже на диаграмме Пенроуза для так называемой вечной Черной дыры – рис.8.

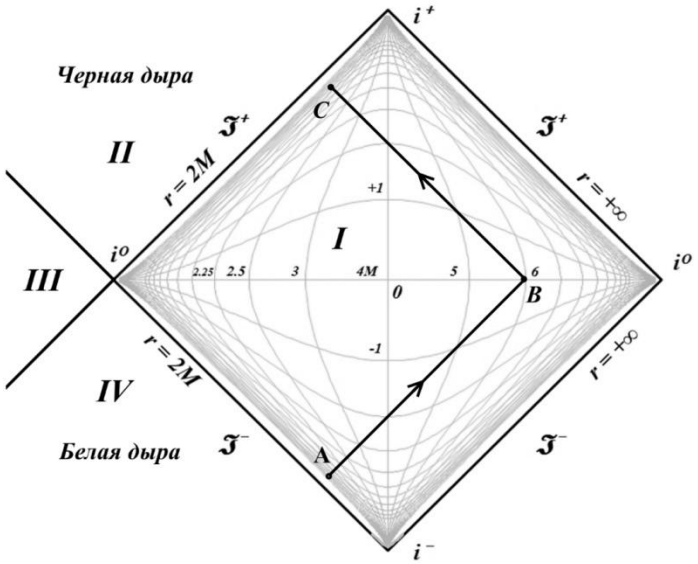

Рис.8. Диаграмма Пенроуза для вечной Черной дыры

Собственно говоря, понятие Белой дыры как раз и возникло из диаграмм подобного вида, среди которых одними из первых были, видимо, координаты Крускала-Шекереса. Если верхняя левая граница – это горизонт событий Черной дыры, то левая нижняя граница, видимо, должна быть её антиподом, то есть, горизонтом событий Белой дыры.

Вновь изобразим теперь уже на этой диаграмме некоторое произвольное событие А, звездолет, находящийся в далеком прошлом вблизи горизонта событий Черной дыры. И что мы обнаруживаем? Оказывается, визуально на диаграмме мы изобразили звездолёт вблизи горизонта событий Белой дыры. Но ведь требовалось изобразить его возле Черной дыры.

Ну, хорошо. Пусть теперь, как выше на диаграмме Крускала, этот звездолёт посылает прожектором, лазером луч света в противоположном направлении от Черной дыры, в сторону второго звездолета В. И вновь нам на диаграмме изобразить это не удаётся. Конечно, луч света точно направлен на звездолет В, но со стороны Белой дыры, из окрестностей её, белого горизонта событий.

Как известно, на всех диаграммах Пенроуза лучи света конформны и всегда изображаются прямыми линиями, параллельными сторонам, границам диаграммы. Правда, следует уточнить, что для диаграмм Пенроуза с горизонтами событий это правило в общем случае нарушается: в обычном их виде ни нулевые геодезические, ни световые конусы изобразить конформно, с углами в 45^{o} нельзя. Но нас это сейчас не должно беспокоить. Поэтому теперь попытаемся отправить со звездолёта В ответный световой сигнал – в сторону звездолёта А. Вне всяких сомнений в реальном пространстве-времени это возможно. Однако и в этот раз у нас возникают геометрические проблемы на диаграмме. Мы же видим: на диаграмме звездолёт А находится слева снизу, но направить туда луч света мы не можем, поскольку это будет движение в обратном направлении времени, в прошлое.

Поэтому единственное направление – это влево вверх. Именно в этом направлении для звездолёта В находится горизонт событий Черной дыры. И отправленный световой сигнал получит звездолёт С. Этот звездолёт находится в окрестностях горизонта событий Черной дыры.

Но что это за новый, третий звездолёт? Ведь мы изначально разместили в этой точке на диаграмме звездолет А? А дело в том, что это он и есть – звездолёт А, только в другой момент времени, в далеком будущем. Но теперь визуально он оказался уже в окрестности горизонта событий Черной дыры, куда мы его изначально и поместили.

Что же получается? Мы поместили звездолет А вблизи горизонта событий Черной дыры, но на диаграмме обнаружили, что он странным образом оказался вблизи, в окрестности горизонта событий Белой дыры. Затем мы послали два световых сигнала, и выяснилось, что второй сигнал получил звездолёт С, который оказался на самом деле звездолетом А и именно в той исходной точке, теперь уже точно в окрестности Черной дыры.

Конечно же, никаких чудес не произошло. Просто мы явно и недвусмысленно показали, что существует лишь один горизонт событий – Черной дыры, что существует лишь одна дыра – Черная, нет никакой Белой дыры, это иллюзия, миф.

Как бы близко к любому из горизонтов мы ни располагали исходную точку звездолёта, всегда перед ним или позади него будет только одна и та же Черная дыра. Следовательно, нижний левый горизонт событий на диаграмме Пенроуза является горизонтом событий *Черной дыры*. Той же самой, что и слева вверху. Оба левых горизонта событий r = 2m на диаграмме принадлежат одной и той же Черной дыре. Для Белой дыры на диаграмме Пенроуза просто нет места. Впрочем, как и вообще на любой другой.

Повторим, что, в сущности, это достаточно очевидно. Все линии r = const являются сплошными, неразрывными линиями, изначально примыкающими к левому углу диаграммы, постепенно отдаляясь от него. Только такая трактовка горизонтов позволяет рассматривать полный диапазон движения в пространстве-времени диаграммы Пенроуза: от горизонта событий до бесконечности и обратно. Образ Белой дыры в такую картину попросту не вписывается.

Например, будет невозможно изобразить движение звездолёта прочь от Черной дыры, поскольку все эти направления "от" оказываются закрепленными за мнимой Белой дырой. Но отказ от этого ошибочного понятия ставит всё на свои места.

Рассмотрим еще раз звездолет, такой же, что и на диаграмме Крускала выше. Звездолёт имеет сверхмощные двигатели, позволяющие ему вырваться из гравитации Черной дыры после приближения к ней на расстояние, например, r = 2.01m, что является вполне физически допустимой ситуацией. Затем, после удаления на расстояние, скажем, 6m, звездолет разворачивается и снова движется к горизонту событий, почти до соприкосновения с ним. На диаграмме Пенроуза без Белой дыры рис.8 такая мировая линия может быть изображена корректно, без каких-либо неопределенностей или условностей. Однако при замене нижнего горизонта Черной дыры на якобы горизонт событий Белой дыры такую картину на диаграмме изобразить невозможно, возникает двусмысленность. Изображая удаление звездолета от Черной дыры, на диаграмме мы фактически, визуально изображаем его удаление от Белой дыры.

Как видим, обнаруженная выше на диаграммах Крускала особенность присуща точно так же и диаграммам Пенроуза. Изобразить движение *от* Черной дыры ни в координатах Крускала, ни на диаграммах Пенроуза нельзя, если считать нижнюю сингулярность присущей Белой дыре.

В сущности, это довольно очевидный парадокс, абсурд. Поэтому остаётся лишь сожалеть, что годами из учебника в учебник, из статьи в статью кочуют связанные с ним мосты, проходящие строго между двумя, *якобы* разными сингулярностями, но являющимися на самом деле одной и той же сингулярностью одной и той же единственной Черной дыры.

В заключение рассмотрим еще одну парадоксальную для Белых дыр ситуацию. Рассмотрим на рис.9 кажущиеся разными две точки в пространстве: А – вблизи Черной дыры и В – вблизи Белой дыры. В один и тот же момент времени из этих точек излучены "два" луча света. Для определенности на диаграмме точки находятся от объектов на расстоянии, равном 2,125m, а время излучения – минус 5m. Луч света от Черной дыры изобразим толстой штриховой линией, а луч света от Белой дыры – тонкой сплошной линией. И вновь обнаруживаем всё то же противоречие. Никакими ухищрениями мы не сможем разнести эти две точки и эти два луча света. Во всех случаях точки А и В находятся в одном и том же месте диаграммы, а лучи света сливаются.

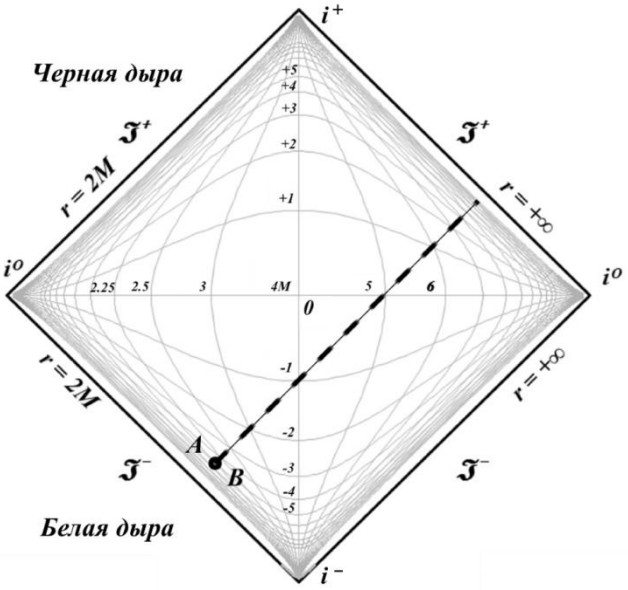

Рис.9. Два луча света из разных точек

Именно по этой причине мы их изобразили по-разному: тонкой сплошной и толстой штриховой, иначе они просто слились бы в одну линию. Но это и означает, что Белая дыра и Черная дыра – это *один и тот же объект*, обе точки – это одна и та же точка, а два луча света – это один и тот же луч счета, испущенный из этой единственной точки пространства-времени.

Библиографический список:

1. Antonio Sanchez-Puente, Black Holes, Geons, and Singularities in Metric-Affine Gravity, https://arxiv.org/abs/1704.06524v3
2. Kruskal's diagram, https://en.wikipedia.org/wiki/File:Kruskal_diagram_of_Schwarzschild_chart.svg
3. Strominger A., Black Holes from A to Z. Center for the Fundamental Laws of Nature, Harvard University, Cambridge, 2015
4. Бескин В.С., Гравитация и астрофизика. – М.: Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН. Учебно-Научный Комплекс, 2007
5. Блиндер С.М., Столетие общей теории относительности (1915-2015); Решение Шварцшильда и черные дыры, 2015, URL: https://arxiv.org/pdf/1512.02061.pdf
6. Боулер М., Гравитация и относительность. Пер. с англ. А.А.Бейлинсона, Редакция и дополнение Н.В.Мицкевича. – М.: "Мир", 1979.
7. Вебер Дж., Общая теория относительности и гравитационные волны. Пер. с англ. Н.Мицкевича, под ред. проф. Д.Иваненко. – М.: Изд. иностр. литературы. 1962 г.
8. Зельдович Я.Б., Новиков И.Д., Релятивистская астрофизика.— УФН, 1964, т.LXXXIV, вып.3, с.377-417
9. Кауфман У.Д., "Космические рубежи теории относительности. М.: "Мир", 1981, 352с.
10. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Теоретическая физика: Учеб. пособ.: Для вузов. В 10 т. Т.II. Теория поля.— 8-е изд., стереот.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003, (Т. II).
11. Мизнер Ч., Торн К., Уилер Дж., Гравитация, т.1-3. – М.: "Мир", 1977
12. Новиков И.Д., Фролов В.П., Физика черных дыр. – М. : Наука., Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986, 328 с.
13. Об истинных размерах Черных дыр на пальцах, страница пользователя sly2m на livejournal, URL: http://sly2m.livejournal.com/660502.html?thread=12401942
14. Эйнштейн А. Собрание научных трудов в четырех томах. Том 2, Работы по теории относительности, 1921-1955. М.: Наука, 1966.
15. Дополнения к статье, Самиздат, URL: http://samlib.ru/p/putenihin_p_w/white-dop.shtml

Путенихин Петр Васильевич
Putenikhin Peter Vasilievich
Независимый исследователь

УДК 510.22; 514.01; 514.12.01

КОРРЕКТНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОБ ОТЕЛЕ ГИЛЬБЕРТА

THE CORRECT SOLUTION TO THE PROBLEM OF THE GILBERT'S HOTEL

Аннотация: Вскрыты ошибки Кантора и его последователей в логических рассуждениях о бесконечных множествах. Показана ошибочность доказательства несчетности континуума, несчетности всех действительных чисел. Показана ошибочность рассуждений в задаче об "Отеле Гильберта".

Abstract: Cantor's proofs of infinite sets contain contradictions, logical errors. It is shown the erroneousness of the proof the uncountable of the continuum, uncountable all real numbers.

Ключевые слова: множество, бесконечность, Кантор, равномощность, число, биективное соответствие, противоречие

Keywords: set, infinity, Cantor, equipotence, number, bijective correspondence, contradiction

Задача об "Отеле Гильберта"

Задачи о бесконечных множествах не только интересны, но и, судя по всему, являются весьма сложными. Часто можно встретить рассуждения серьёзных специалистов, являющиеся ошибочными из-за элементарных, по сути, тривиальных упущений, логических недочетов. Такие недочеты можно встретить в пересказах известной задачи об отеле, которую, как считается, предложил Гильберт где-то в третьем десятилетии 20 века [1, с.70-71; 3; 4; 5].

Представим себе гостиницу, отель с бесконечным числом комнат. Комнаты пронумерованы натуральными числами от 1 до ∞. Однажды в гостиницу вошел человек и попросил снять комнату. Но, к сожалению, для нового гостя комнаты не нашлось, так как отель был *полностью заполнен* бесконечным числом гостей, и попросту не было ни одного свободного номера. Как предоставить новому гостю свободную комнату, не выселяя никого из постояльцев?

Несмотря на то, что по условиям задачи *все номера заняты*, утверждается, что существует, тем не менее, возможность выделить сколько угодно свободных комнат. Для этого необходимо переселить постояльца из первой комнату во вторую, постояльца из второй комнаты в третью и так далее. То есть, каждого постояльца из комнаты с номером n необходимо переселить в комнату с номером n+1, n→n+1. В результате этого освобождается комната с номером один, и в неё можно поселить нового гостя. Здесь явно подразумевается, что переселение выселением не является.

Однако предложенное решение ошибочно. Собственно математическая ошибка состоит в том, что за большим числом постояльцев как-то незаметно прячется суть задачи. Математической процедурой, манипуляцией с бесконечностями подменяется само содержание исходного тезиса: подселение в заполненный отель дополнительных постояльцев. Показать эту подмену можно, если взять противоположный предельный вариант: в отеле всего один номер, и он занят. Для того чтобы поселить нового, прежнего постояльца временно выселяют буквально в коридор под предлогом переселения. Здесь, как видим, и обнаруживается скрытая подмена понятий переселения и выселения. Вновь пришедшего гостя селят в освободившийся номер. Но прежнего постояльца тоже надо куда-то поместить. Поэтому вновь заселенного гостя опять выселяют, а на его место селят прежнего постояльца. И так по кругу. В конечном счете, каждый из них в номере проживает только половину времени, а вторую – на стуле в коридоре.

В таком варианте задача принципиально ничем не отличается от задачи с бесконечным числом комнат. Добавим ещё одну комнату и будем по кругу переселять теперь уже троих постояльцев. Можно добавить и четверную комнату и производить всё ту же процедуру "переселения-выселения". Дойдя до бесконечности, мы и получим парадокс отеля в исходном варианте. Однако в его минимальной конфигурации мы явно обнаруживаем: постояльцы, по сути, часть времени проводят на стуле возле комнаты. При бесконечном числе комнат и конечном числе новых постояльцев это время стремится к нулю. Отличие только в этом. Если же число постояльцев растет, как предлагается в расширенных версиях парадокса, то и время "на стуле около комнаты"

также будет расти вплоть до той же исходной величины – половины времени проживания. Действительно, если каждый раз нужно расселить столько же новых гостей, сколько номеров в отеле, то, очевидно, именно столько гостей будет постоянно находиться и в коридоре. При равном увеличении числа гостей и номеров до бесконечности это соотношение всегда будет один к одному. То есть, такое решение «парадокса» с бесконечным переселением, по сути, является подменой понятий. Главный принцип отелей: постоялец должен вселиться и жить в нем, пока сам не решит его покинуть.

Несостоявшаяся перепись

Парадокс отеля оказался настолько интересным и показательным, что получил дальнейшее развитие, которое описано, например, в виде шутливого научно-фантастического рассказа от имени вымышленного персонажа. В развитие сюжета добавлен эпизод с пересчетом свободных номеров:

"... пришел приказ составить заранее все возможные варианты заполнения номеров. Эти варианты потребовали представить в виде таблицы, каждая строка которой изображала бы один из вариантов. При этом заполненные номера должны были изображаться единицами, а пустые нулями. Например, вариант 101010101010... означал, что все нечетные номера заняты, а все четные пустые, вариант 11111111111... означал заполнение всей гостиницы, а вариант 000000000000... означал полный финансовый крах — все номера пустовали" [1, с.71].

В общем виде цитата представляет продолжение рассказа об "Отеле Гильберта" для случая бесконечного числа отелей с бесконечным числом номеров и бесконечным множеством гостей. Но без нарушения общности при рассмотрении вероятных парадоксов, возникающих в таком тресте отелей можно считать, что отель единственный. Итак, форма затребованного отчета в цитате определена. Отчет, как можно заметить, довольно замысловатый, поэтому следует определить оптимальный способ его составления:

"Директор... придумал простой выход из положения. Каждой дежурной по этажу было поручено составить столько вариантов заполнения, сколько номеров было в ее ведении. При этом были приняты меры, чтобы варианты не повторялись. Через несколько дней списки были представлены директору, и он объединил их в один список" [1, с.71].

Поскольку способ описан недостаточно детально, немного проясним его с учетом предыдущей информации из книги. На каждом этаже у дежурной должно быть бесконечное, счетное в общем случае, количество номеров. В противном случае вариантов у неё будет конечное количество, то есть, каждое двоичное число будет иметь вполне определенное число знаков. Например, 10^{165} нулей и единиц. В этом случае задача имеет однозначное решение при бесконечном количестве гостиниц и этажей, поскольку любая счетная (потенциальная) бесконечность перекрывает любое конечное число вариантов.

Но, с другой стороны, если на этаже счетное количество номеров, то и в этом случае будет получен список вариантов, содержащий *все возможные комбинации* из бесконечного (счетного) числа нулей и единиц. То есть, и в этом случае задача решается однозначно, то есть, список вариантов будет единственным и полным. Кроме того, в отеле этажей, как следует из описания, больше одного. Поэтому нумерация номеров также не должна пересекаться, то есть, одинаковых номеров комнат в многоэтажном отеле быть не должно.

И, тем не менее, исходя из этих данных, рассказчик заявляет, что общий список, составленный на основе представленных дежурными данных, неполон:

" – Могу ручаться, что список неполон. Я берусь указать вариант, который наверняка пропущен... Мы заключили пари. Чтобы выиграть его, я предложил прибить каждый вариант на дверь того номера, которому он соответствовал..." [1, с.71].

Для определенности будем считать, что список вариантов отсортирован по возрастанию, а нумерация комнат на первом этаже гостиницы начинается с номера 1 и затем по остальным этажам ведётся единая сквозная, нарастающая нумерация. Заметим, что число знаков в номере – бесконечное, поэтому и этот номер 1 должен быть записан с большим количеством нулей перед этой единицей.

Выполняя своё обещание, рассказчик переходит от двери к двери и формирует в своём блокноте обещанный отсутствующий номер комнаты.

"А потом я поступил очень просто. Подойдя к двери первого номера, я увидел, что соответствующий вариант начинается с цифры 0. Немедленно в блокноте появилась цифра 1; это и была первая цифра варианта, который мне хотелось составить" [1, с.72].

Еще раз отметим, что мы рассматриваем один отель с бесконечным количеством этажей и бесконечным количеством комнат на них, причем нумерация комнат – сквозная и начинается с номера на первом этаже.

"Когда я подошел к двери второго номера, то первая цифра соответствующего варианта меня не интересовала, ведь первая цифра моего варианта была уже написана. Поэтому все внимание было обращено на вторую цифру. Увидев, что эта цифра 1, я записал в своем блокноте цифру 0. Точно так же, обнаружив, что третья цифра варианта, прибитого к двери третьего номера, тоже 1, я записал в блокноте цифру 0. Вообще, если я обнаруживал, что n-я цифра n-го варианта есть 0, то писал в своем блокноте на n-и месте цифру 1, если же n-я цифра n-го варианта была 1, то я писал у себя 0. Когда я обошел все номера гостиницы, то в блокноте оказалась записанной последовательность нулей и единиц" [1, с.72].

Методика понятна и на первый взгляд разумна и логична, но верные ли выводы из неё делает рассказчик? Он заявляет, что сформированный в блокноте вариант действительно пропущен, ведь он отличается от первого своей первой цифрой, от второго – второй и так далее:

" – Вот, полюбуйтесь на пропущенный вариант.

– А откуда известно, что он пропущен?

– Он не может быть первым, так как отличается от него первой цифрой, не может быть вторым, так как отличается от него второй цифрой, третьим, так как отличается от него третьей цифрой, и вообще n-м, так как отличается от него n-й цифрой" [1, с.72].

К сожалению для рассказчика, выводы его совершенно не логичны. Это ошибочные выводы. Каким бы ни был этот найденный рассказчиком вариант, он обязательно имеется в *бесконечной монотонной последовательности* нулей и единиц. Далее, в его списке искомый номер начинается с цифры 0. Даже навскидку видно, что это всего-навсего первый, старший разряд *самого первого бинарного числа бесконечной длины*, имеющего вид: ...00001, где перед единицей имеется бесконечное количество нулей. Более того, якобы найденный рассказчиком "отсутствующий" вариант почти полностью состоит из ведущих нулей, поскольку первый не нулевой символ ему встретится только где-то вблизи бесконечного конца общего количества номеров в отеле, если таковая вообще достижима. Это можно наглядно показать на примере массива простейших пятизначных двоичных чисел:

00000, 00001, 00010, 00011, 00100 и так далее,

массиве, содержащем всего 32 числа, первые 16 из которых начинаются с нуля. Следовательно, если номер первой комнаты отеля начинается с нуля, то нулем будет и вторая цифра номера второй комнаты, третья – третьей комнаты. И так на бесконечном количестве дверей. Поэтому в блокноте вторая цифра, как и первая, также будет единицей. И третья. И четвертая. И так до счетной бесконечности.

Но как же так?! Получается, что все комнаты будут иметь один и тот же нулевой номер?! Конечно, нет, комнаты будут иметь *все возможные* номера. Но найденное рассказчиком число, в общем случае бесконечного числа номеров, да, разумеется, будет состоять буквально из одних нулей. Это связано с тем, что при бесконечной длине последовательности нулей и единиц первая ненулевая цифра в номере при указанном способе поиска в общем случае, как будет показано ниже, ему встретится очень и очень нескоро.

"... какое бы счетное множество вариантов ни взять, всегда найдется вариант, не вошедший в это множество... А это и значит, что множество всех вариантов заполнения гостиницы несчетно..." [1, с.72].

Это ещё одно ошибочное, совершенно необоснованное утверждение. Эта ошибочность очевидна, поскольку бесконечное (счетное) число вариантов бинарных чисел *по определению* содержит *весь натуральный бинарный ряд* чисел. Без пропусков и повторов. Это в точности то же самое, как заявить, что есть натуральные числа, не вошедшие в натуральный ряд. Поэтому на дверях гостиницы будут прибиты *все без исключения возможные варианты* двоичных чисел бесконечной длины (разрядности), множество из которых будут иметь в своей начальной, старшей части бесконечный ряд нулей. Как указано в рассказе, первая комната в отеле имеет нулевой номер, поэтому в описанном способе "нахождения" не проходит также и хитрость с отбрасыванием ведущих нулей:

0, 1, 10, 11, 110, 111, 1110, 1111, 11110 и так далее,

поскольку в этом случае у второй комнаты в номере отсутствует вторая цифра, у третьей –

третья, у четвертой – четвертая и так далее.

Не столь очевидной, но при этом главной причиной ошибки является то, что при поиске "отсутствующего" числа по непонятной причине приравнивалось количество *разрядов* чисел (записей в блокноте) общему количеству всех *чисел*. Хотя это, в сущности, достаточно очевидное и даже тривиальное обстоятельство. Почему оно оказалось незамеченным, непонятно. Действительно, общее количество чисел, их основание и разрядность связаны простым соотношением

$$N = m^n$$

где

N – количество чисел с основанием m;

m – основание чисел: десятичные, двоичные и т.д.;

n – разрядность чисел, числового ряда.

Например, общее количество чисел с основанием 10 (десятичные) и разрядностью 5 равно 100 000, то есть, от 00000 до 99 999. А количество чисел с основанием 2 (бинарных) и числом разрядов 16, соответственно, равно 2^{16} – или 65 536 чисел от 0000 0000 0000 0000 до 1111 1111 1111 1111. Точно такие же соотношения можно составить и для любых других оснований – шестнадцатеричного, восьмеричного и так далее. Рассказчик и его герой в рассказе, а также все их последователи искали пропущенное число поразрядно, то есть, переходя от двери к двери комнат отеля, добавляли к записи в блокноте всё новый и новый разряд, полагая, что тем самым они просмотрели все возможные числа, номера комнат. Но на самом деле, как видно из соотношения, они переберут только количество чисел, равное их *разрядности*. Например, рассмотрим разрядность бинарных чисел, равную 5. Тогда их общее количество в массиве равно 32. Вот эти числа, расположенные в каждом столбце сверху вниз, затем переход к следующему столбцу:

1	00000	01000	10000	11000
2	00001	01001	10001	11001
3	00010	01010	10010	11010
4	00011	01011	10011	11011
5	00100	01100	10100	11100
6	00101	01101	10101	11101
7	00110	01110	10110	11110
8	00111	01111	10111	11111

Поскольку при поиске недостающего числа каждый раз приписывается число справа, то найденное число будет представляться последовательно на каждом шагу в следующем виде (вместо нуля пишем 1, а вместо 1 пишем 0):

Шаг 1: 1	10000
Шаг 2: 11	11000
Шаг 3: 111	11100
Шаг 4: 1110	11100
Шаг 5: 11101	11101.

Здесь во второй колонке эти же числа представлены в сопоставимом виде – как полноценно 5-разрядные. Итак, на первом шаге мы видим первую цифру 0, поэтому записываем единицу. На втором шаге во втором слева разряде видим снова 0, поэтому опять пишем 1. На третьем шаге – точно так же. Зато на четвертом шаге в четвертом разряде числа мы видим 1, поэтому записываем 0. Наконец, на последнем, пятом шаге мы вновь видим в последнем разряде цифру 0, поэтому вновь записываем единицу.

Больше шагов нет и в принципе быть не может, поскольку отсутствующее число может быть только 5-разрядным и не существует номера, у которого есть шестая цифра. И что мы при этом обнаруживаем? Во-первых, как и декларировалось, найденное число отличается в первом разряде от первого числа, во втором – от второго и так далее. Однако, во-вторых, как видим, просмотрены далеко не все числа, а только их часть, причем в количестве, равном разрядности чисел. Наконец, в-третьих, в полном перечне чисел найденное якобы отсутствующее число имеется! Это, как легко обнаружить, третье число от конца массива.

Еще раз отметим, что метод просматривает совсем даже не все числа, а только их количество, равное разрядности числа. Но ведь по условиям рассказа об отелях номеров на этаже – бесконечное количество, то есть, разрядность каждого числа также равна бесконечности. Тем не менее, это

ровным счетом ничего не меняет, в этом случае герой рассказа точно так же просмотрит не все числа, а только их часть, и найденное им якобы отсутствующее число обязательно будет присутствовать среди чисел, до которых он просто никогда не дойдёт.

Действительно, вернёмся к нашему примеру с 5-разрядными числами. Нетрудно обнаружить, что из общего количества 32 чисел просмотрено будет только 5 или примерно 16%. Конечно, это касается только рассмотренного случая. А если разрядность чисел – 10? Тогда, понятно, и просмотрено будет только 10 чисел, столько, сколько у них разрядов. При этом общее количество чисел в массиве 2^{10}, то есть, примерно 1000 чисел, что теперь составляет уже только 1%. При увеличении разрядности чисел до бесконечности процент просмотренных чисел будет стремиться к нулю:

$$\% = \lim_{n\to\infty} \frac{n}{m^n} = \lim_{n\to\infty} \frac{n}{2^n} = 0$$

Получается, что доля просмотренных героем рассказа чисел от общего их количества равна нулю, поэтому нет ничего удивительного, что любое найденное им число обязательно будет присутствовать в их *полном* наборе. Собственно говоря, это тривиальный, очевидный факт: всё бесконечное множество чисел бесконечной разрядности содержит все возможные числа, то есть, это тождественно весь натуральный ряд чисел, поэтому "отсутствующих" чисел в нём быть не может просто по определению.

Указанное выше обстоятельство, что найденное рассказчиком число будет состоять из одних нулей, следует из ещё одного очевидного соотношения. Общее количество чисел в бесконечном массиве бинарных n-разрядных чисел, как указано, равно 2^n, при n, стремящемся к бесконечности. Поскольку разрядность чисел равна n, из их общего количества будет просмотрено именно столько – n, которое стремится к бесконечности. Но рассказчик, согласно алгоритму поиска, просматривает эти числа "сверху", то есть, отбрасывая все младшие знаки числа после первых n знаков. Другими словами, из общего бесконечного количества бинарного натурального ряда, рассказчик просмотрит только первые n чисел без младших разрядов. Соответственно, самое большое из этих просмотренных чисел будет иметь значение n. Следовательно, рассказчик никогда не дойдет до числа $2^n - n$.

Теперь определим, сколько нулей слева до первой единицы содержит самое большое из просмотренных чисел. Число разрядов – n, причем само это число также может быть записано как бинарное – $n_2=\log_2 n$, где n_2 – количество бинарных разрядов числа n в использованной двоичной кодировке. Для наглядности продемонстрируем эту запись на конкретных примерах. Массив 8-разрядных двоичных чисел содержит 256 элементов. Само число – разрядность имеет число разрядов:

$$n_2 = \log_2 8 = 3$$

То есть, для записи числа 8 требует 3 бита (разряда). При просмотре массива в процессе поиска "отсутствующего" числа будет просмотрено только 8 первых чисел из 256 и при этом никогда не будет достигнуто число 256 – 8 = 248. Самое большое из просмотренных чисел – число 8 (1000_2), поэтому в развернутом, полном виде оно запишется как 00001000. Как видим, во всех просмотренных числах нулями будут, по меньшей мере, первые 4 разряда. Это обстоятельство можно записать в виде уравнения:

$$N_{\max} = n_2 - \log_2 n - 1 \quad (1)$$

В рассмотренном случае имеем минимальное число нулей перед первой единицей, равное 4. По аналогии можем рассмотреть еще несколько примеров бинарных чисел разной разрядности:

$$N_{\max 4} = 4 - \log_2 4 - 1 = 4 - 2 - 1 = 1$$

$$N_{\max 8} = 8 - \log_2 8 - 1 = 8 - 3 - 1 = 4$$

$$N_{\max 16} = 16 - \log_2 16 - 1 = 16 - 4 - 1 = 11$$

$$N_{\max 32} = 32 - \log_2 32 - 1 = 32 - 5 - 1 = 26$$

$$N_{\max 64} = 64 - \log_2 64 - 1 = 64 - 6 - 1 = 57$$

Для 8, 16 и 32-х разрядных массивов эти предельные, последние из просмотренных в поиске чисел имеют вид:

8 – 0000'1000

16 – 0000'0000'0001'0000

32 – 0000'0000'0000'0000'0000'0000'0010'0000'

Для разрядности, не являющейся степенью двойки, логарифм следует округлять в нижнюю сторону, к ближайшему меньшему значению степени двойки. Поэтому в рассмотренном выше случае 5-разрядного массива имеем:

$$N_{\max 5} = 5 - \log_2 5 - 1 = 5 - 2 - 1 = 2$$

То есть, минимальное число нулей перед первой единицей в просмотренных при поиске числах, будет равно 2. Действительно, выше мы это число нашли: 00100. Если увеличить разрядность массива n до бесконечности, то, согласно (1) минимальное количество нулей перед первой единицей в просматриваемых числах также вырастет до бесконечности:

$$N_{\max} = \lim_{n \to \infty} (n_2 - \log_2 n - 1) \Rightarrow \infty$$

Конечно, перебирать разряды при подборе "отсутствующего" числа можно и в обратном порядке, с младших разрядов номеров комнат. Но и в этом случае очевидно, что просмотрена будет только незначительная часть всех номеров по той же причине: процент их для бесконечно большого массива равен нулю.

Библиографический список:

1. Виленкин Н.Я., В поисках бесконечности.— М.: Наука, 1983, 160 с.
2. Крейг У., Самое начало. Происхождение Вселенной и существование Бога, URL: http://www.otkrovenie.de/beta/xml/other/samoeNachalo.xml
3. Парадокс Гильберта, URL: http://pikabu.ru/story/paradoks_gilberta_1962200
4. Парадокс Гильберта, URL: http://traditio-ru.org/wiki/Парадокс_Гильберта
5. Парадокс Гильберта, Википедия, URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_парадоксов
6. Дополнения к статье, Самиздат, URL: http://samlib.ru/p/putenihin_p_w/gilb-dop.shtml

Дмитрюк Вячеслав Леонидович
старший преподаватель, Омский государственный технический университет, Россия, г. Омск
Колмыков Дмитрий Витальевич
студент Радиотехнического факультета Омского государственного технического университета, Россия, г. Омск
Саранский Александр Витальевич
студент Радиотехнического факультета Омского государственного технического университета, Россия, г. Омск
Новиков Владислав Игоревич
студент Радиотехнического факультета Омского государственного технического университета, Россия, г. Омск

Dmitriyuk Vyacheslav Leonidovich
Senior Lecturer, Omsk State Technical University, Russia, Omsk
Kolmykov Dmitry Vitalevich
Student, Faculty of Radio Engineering, Omsk State Technical University, Russia, Omsk
Saransky Alexander Vitalevich
Student, Faculty of Radio Engineering, Omsk State Technical University, Russia, Omsk
Novikov Vladislav Igorevich
Student, Faculty of Radio Engineering, Omsk State Technical University, Russia, Omsk

УДК 343.9

ХАРАКТЕРИСТИКА УМЫШЛЕННОГО ПРИЧИНЕНИЯ ТЯЖКОГО ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ

CHARACTERISTIC OF INTENTIONALLY CAUSED BY HEAVY HARM TO HEALTH

Аннотация: в данной работе рассмотрены основные характеристики умышленного причинения тяжкого вреда здоровью, произведено вычисление прогнозирования преступности на 2018, 2019 года.

Abstract: in this paper, the main characteristics of intentional infliction of grievous bodily harm are considered, the prediction of crime for 2018, 2019 is calculated.

Ключевые слова: криминология, преступник, преступление, умышленное причинение тяжкого вреда здоровью.

Keywords: criminology, criminal, crime, intentional infliction of grievous bodily harm.

Основным правовым документом данной тематики преступлений является *Уголовный кодекс Российской Федерации*, а именно статья **№ 111 «Умышленное причинение тяжкого вреда здоровью».**

Критерии тяжкого вреда здоровью:

- *Вред здоровью, опасный для жизни человека*, который по своему характеру непосредственно создает угрозу для жизни, а также вред здоровью, вызвавший развитие угрожающего жизни состояния;
- *Вред здоровью, опасный для жизни человека*, вызвавший расстройство жизненно важных функций организма человека, которое не может быть компенсировано организмом самостоятельно и обычно заканчивается смертью;
- *Потеря зрения* — полная стойкая слепота на оба глаза или такое необратимое состояние, когда в результате травмы, отравления либо иного внешнего воздействия у человека возникло ухудшение зрения, что соответствует остроте зрения, равной 0,04 и ниже;
- *Потеря речи* — необратимая потеря способности выражать мысли членораздельными звуками, понятными для окружающих;
- *Потеря слуха* — полная стойкая глухота на оба уха или такое необратимое состояние, когда человек не слышит разговорную речь на расстоянии 3 — 5 см от ушной раковины.
- *Потеря* какого-либо *органа* или утрата органом его функций;

- *Прерывание беременности* — прекращение течения беременности независимо от срока, вызванное причиненным вредом здоровью, с развитием выкидыша, внутриутробной гибелью плода, преждевременными родами либо обусловившее необходимость медицинского вмешательства;
- *Психическое расстройство*, возникновение которого должно находиться в причинно-следственной связи с причиненным вредом здоровью, то есть быть его последствием;
- Заболевание *наркоманией* либо *токсикоманией*;
- Неизгладимое *обезображивание лица*;
- Значительная стойкая *утрата общей трудоспособности* не менее чем на одну треть (стойкая утрата общей трудоспособности свыше 30 %);
- Полная *утрата профессиональной трудоспособности*.

Актуальность исследования данной тематики обусловлена важностью вопроса о всемирной охране здоровья и защиты личности от преступных посягательств. Также следует отметить тот факт, что умышленное причинение тяжкого вреда здоровью является одним из наиболее распространенных преступлений против личности.

Объектом исследования являются общественные отношения, возникающие по поводу применения уголовного законодательства об ответственности за умышленное причинение тяжкого вреда здоровью.

Предметом исследования являются уголовно-правовые нормы, регулирующие ответственность за умышленное причинение тяжкого вреда здоровью.

Состояние и динамика

В Российской Федерации ежегодно ФКУ Гиац МВД России проводит оценку состояния преступности в России. Умышленное причинение тяжкого вреда здоровью является категорией преступлений против личности.

В таблице 1 приведены значения состояния преступности на протяжении 2012-2018 годов. Под преступностью здесь и далее понимается умышленное причинения тяжкого вреда здоровью.

Таблица 1

Состояние преступности за 2012-2018 г.

Год	Преступлений всего	
	Зарегистрировано	Раскрыто
2012	37091	31071
2013	34786	30093
2014	32686	28610
2015	29892	26365
2016	27442	24976
2017	24552	21976
2018 (янв – сент)	17705	15595

Таблица 2

Динамика преступности цепным методом

Год	Преступл., шт.	Абс. рост, шт.	Темп роста, %	Темп прироста, %
2012	37091	0	0	0
2013	34786	-2305	93.786	-6.214
2014	32686	-2100	93.963	-6.037
2015	29892	-2794	91.452	-8.548
2016	27442	-2450	91.804	-8.196
2017	24552	-2890	89.469	-10.531

Исходя из результатов таблицы 2 видно, что умышленные преступления с применением тяжкого вреда здоровью ежегодно уменьшаются в среднем на 7.5%. Сравнение текущего показателя осуществляется с показателем прошлого года (*цепной метод*).

Таблица 3

Динамика преступности базовым методом

Год	Преступл., шт	Абс. рост, Шт.	Темп роста, %	Темп прироста, в %
2012	37091	0	0	0
2013	34786	-2305	93.786	-6.214
2014	32686	-4405	88.124	-11.876
2015	29892	-7199	80.591	-19.409
2016	27442	-9649	73.986	-26.014
2017	24552	-12539	66.194	-33.806

Исходя из результатов таблицы 3 видно, что с каждым следующим годом количество преступлений уменьшается по сравнению с базовым *2012* годом. Наблюдается положительная динамика. Сравнение текущего показателя осуществляется с показателем базового *2012* года (*базовый метод*).

Таблица 4

Удельный вес

Год	Удельный вес, %	+, -, %
2012	1.611	0
2013	1.577	-0.034
2014	1.492	-0.085
2015	1.263	-0.229
2016	1.270	0.007
2017	1.193	-0.077

Исходя из результатов таблицы 4 видно, что удельный вес преступлений с причинением тяжкого вреда здоровью ежегодно снижается (цепной метод). Исключение составляет 2016 год, в котором удельный вес увеличился на 0.007% по сравнению с 2015 годом.

Определение криминалистической характеристики – это система типичных для данного вида преступлений сведений. Выделяют следующие элементы криминалистической характеристики рассматриваемых преступлений: способы совершения и сокрытия таких преступлений; обстановка совершения преступления; особенности личности преступника и типичные сведения о потерпевшем; мотивы преступлений. Наиболее актуально рассмотрение способов совершения таких преступлений, особенностей личности и мотивов преступлений. Выделяют две группы способов причинения здоровью:

1) посредством применения орудий;

2) без использования орудий.

Способ совершения преступлений находится в прямой взаимосвязи от физической силы и пола преступника, требующих решительных, активных, а зачастую дерзких действий и определенной физической силы.

Криминалистическая характеристика преступлений в настоящее время является базой, основой любой методики расследования преступлений и выдвижение версий, совершенных преступлений. Центральное место в криминалистической характеристике судебного следствия по делам, связанным с причинением тяжкого вреда здоровью должно быть отведено типовым ситуациям судебного следствия:

1) обстоятельства, установленные в ходе судебного следствия, соответствуют данным, полученным в ходе предварительного следствия, и являются достаточной для уяснения происходящего события;

2) данные, полученные в стадии предварительного следствия, подтверждаются в ходе публичного разбирательства, между тем их недостаточно для разрешения дела по существу;

3) полученные на стадии предварительного расследования данные не находят своего подтверждения в ходе судебного следствия.

Мотивы преступлений – это психологический элемент механизма расследования преступления. Мотивация применения вреда здоровью:

1) драка, ссора;

2) чувство личной неприязни;

3) национальный, религиозные мотивы.

Обстановка совершения преступления – место, время, вещественные, природно-климатические и иные условия окружающей среды, особенности общения участников преступления,

их психологические связи и др.

В контексте преступлений, связанных с умышленным причинением тяжкого вреда здоровью, обстановка в большей мере характеризуется обстоятельствами времени и места.

Согласно данным, полученным Б.А. Шелудько, большинство преступлений рассматриваемой категории были совершены в доме потерпевшего (45,2 %) или на прилегающей к нему территории (14,3 %). К другим местам, где вред здоровью причинялся значительно реже, ученый отнес кафе (и иные объекты общественного питания) – 7,1 %; место работы – 9,5; улицу – 7,1; берег реки – 4,8 %; иные. Помимо этого, анализ материалов уголовных дел, представленный указанным автором, позволил установить, что вред здоровью причиняют чаще всего в вечернее (59,0 %) и ночное (28,2 %) время.

Наиболее характерным для умышленного причинения вреда здоровью является временной интервал с 18 до 24 ч, а также период с 24 до 6 ч.

Личность преступника

После анализа данного вида преступности можно выявить основные закономерности преступников:

-низкий профессиональный, образовательный и культурный уровень;

-преобладание мужского пола, так как преступление, чаще всего, связано с применением грубой физической силы;

-обесценивание знаний нормативных отношений и в целом социальное отчуждение таких лиц;

-средний возраст от 20 до 40 лет;

-преобладание преступников, ранее уже совершавших преступления, в том числе аналогичные, а также убийства, кражи, грабежи, хулиганства и изнасилования;

-неприязненное отношение, складывающиеся и обостряющиеся в течение длительной совместной жизни с потерпевшим (потерпевшей), перерастающее в течение длительного времени во враждебные;

-глубоко скрытый, в том числе и для самого субъекта, бессознательный характер мотивов этих преступлений;

-значительное распространение злоупотребления спиртными напитками;

-наличие у подавляющего большинства психических аномалий различного характера.

Таблица 5

Прогнозирование преступности

n	T	t	X	$k_ф$	$k_ф \bullet X$	X^2	$k_р$	ei	ei^2	**ε**
1	2012	1	-2	37091	-74182	4	37217	-126	15876	
2	2013	2	-1	34786	-34786	1	34798	-12	144	
3	2014	3	0	32686	0	0	32379	307	94249	
4	2015	4	+1	29892	+29892	1	29960	-68	4624	
5	2016	5	+2	27442	+54884	4	27541	-99	9801	
Сумма			0	161897	-24192	10			124694	
	2017	6		24552			24638÷25606			± 484
	2018	7					22144÷23262			± 559
	2019	8					19641÷20925			± 642

Известны сведения о преступности в течение 6-ти лет, а именно *2012-2016* года. Необходимо составить прогноз на *2017, 2018* и *2019* года.

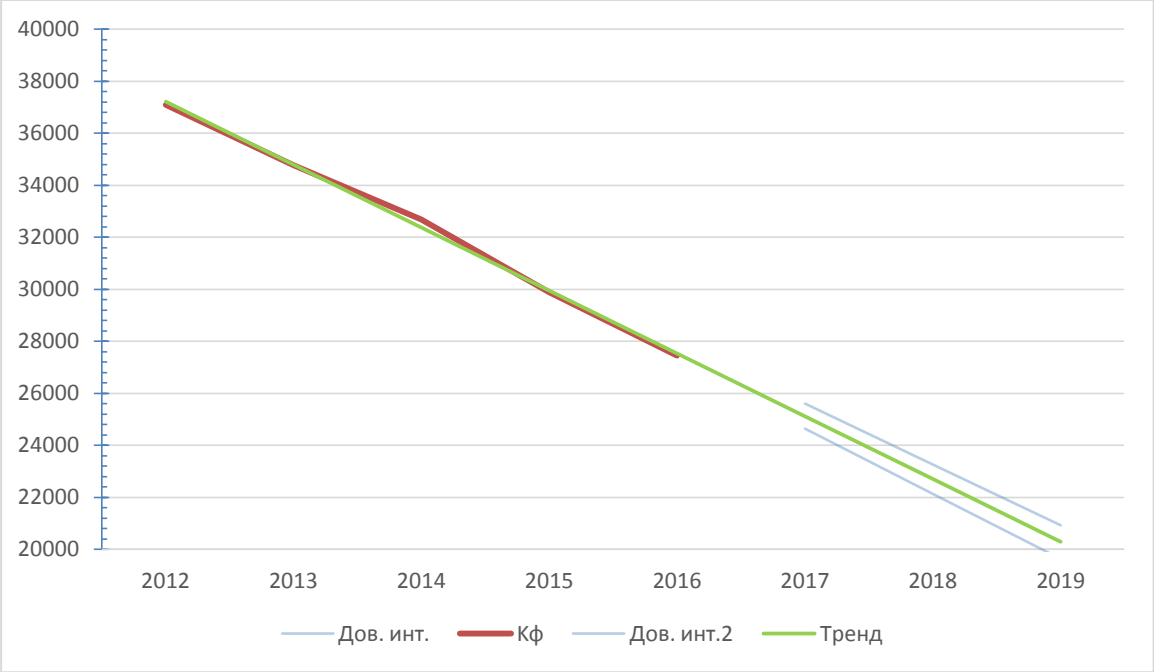

Рисунок 1. Прогнозирование преступности

Как известно, в борьбе с преступностью важную роль играет применение к виновным уголовного наказания. За умышленное причинение тяжкого вреда здоровью уголовный закон устанавливает основной вид наказания - лишение свободы. Лишение свободы, как наказание, имеет общее и специальное предупредительное значение. Общее предупредительное значение заключается в том, что оно побуждает отдельных членов общества отказаться от причинения тяжкого вреда здоровью под страхом применения наказания.

Преступления, совершаемые в пьяном виде или на почве бытовых конфликтов можно предупредить, если своевременно сообщать в полицию о фактах домашнего насилия, злоупотребления алкоголем.

Общесоциальные меры предупреждения преступлений. Принятие мер общего характера подразумевает под собой позитивное развитие общества, совершенствование его экономических, политических, социальных и иных институтов, нейтрализацию кризисных явлений, то есть совокупность экономических, политических, культурно-воспитательных, правовых, организационных и прочих мероприятий, обеспечивающих дальнейшее развитие и совершенствование общественных отношений, которые, в свою очередь, способствуют уменьшению числа негативных явлений, порождающих причинение тяжкого вреда здоровью человека.

Первостепенными мерами являются:

- создание новой системы морали, включающей в себя эталонные духовные ценности.
- ориентирование современной российской экономики на социальную поддержку населения, повышение благосостояния граждан, снижение уровня безработицы.
- увеличение внимания семьи на формирование личности их ребенка, то есть снижение влияния социальной среды.
- поддержка государства: развитие образования, науки и культуры.

Библиографический список:

1. Состояние преступности за январь-декабрь 2012 г. [Электронный ресурс]. Дата обращения 10.12.2018 г.
2. Состояние преступности за январь-декабрь 2013 г. [Электронный ресурс]. Дата обращения 10.12.2018 г.
3. Состояние преступности за январь-декабрь 2014 г. [Электронный ресурс]. Дата обращения 10.12.2018 г.
4. Состояние преступности за январь-декабрь 2015 г. [Электронный ресурс]. Дата обращения 10.12.2018 г.
5. Состояние преступности за январь-декабрь 2016 г. [Электронный ресурс]. Дата обращения 10.12.2018 г.
6. Мухин Г.Н. Криминалистика: учебное пособие. –М.: ТетраСистемс, 2012. – 238 с.

7. Карева А.А. Расследование преступлений по уголовным делам об умышленном причинении вреда здоровью: дис. канд. юрид. наук. М., 2006. 216 с.
8. А.И. Долгова. Криминология. –М.: Издательство НОРМА, 2005. -247 с.

Шумилина Елена Николаевна
Muxamedov Rafael Shavketovich
студент 3 курса, факультета физико-математических и естественных наук
«Пензенский государственный университет»

Сажин Павел Алексеевич
Sazhin Pavel Alekseevich
студент 4 курса, факультета приборостроения, информационных технологий и электроники.
«Пензенский государственный университет»

Агафонкина Светлана Владимировна
Agafonkina Svetlana Vladimirovna
студент 3 курса, факультета физико-математических и естественных наук
«Пензенский государственный университет»

Погребной Юрий Евгеньевич
Pogrebnoj Yurij Evgenevich
студент 4 курса, факультета машиностроения и транспорта, гр.15ММ1.
«Пензенский государственный университет»

УДК 004.8

ПОНЯТИЕ АГЕНТА В СИСТЕМАХ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

THE CONCEPT OF AGENT ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEM

Аннотация: В связи с глобальной компьютеризацией общества, развитием сети Интернет, разработка и использование интеллектуальных систем в различных областях деятельности человека как никогда актуальны и востребованы. Этим объясняется возникновение и становление такой области искусственного интеллекта как теория агентов и многоагентных систем. В работе рассматриваются различные типы агентов, их особенности и области использования.

Abstract: In connection with the global computerization of society, development of the Internet , the development and use of intelligent systems in various fields of human activity ever relevant and in demand. This explains the emergence and formation of artificial intelligence such as the theory of agents and multi-agent systems. The paper discusses the various types of agents, their characteristics and areas of use.

Ключевые слова: искусственный интеллект; многоагентная система; рациональный агент; системы основные на знаниях; декларативные системы; процедуральные системы.

Keywords: artificial intelligence; multi-agent system; a rational agent of basic knowledge; declarative system of procedural systems

Искусственный интеллект является одним из самых молодых научных направлений, тесно связанным с развитием компьютерных технологий. Сегодня научно-технический прогресс немыслим без тех результатов, которые дали человечеству исследования в области искусственного интеллекта. На основе этих исследований сформировалась и постоянно совершенствуется новая отрасль индустрии – производство интеллектуальных систем – систем, основанных на знаниях. Основными структурными элементами такого рода систем являются база знаний и механизм логических выводов. При построении систем, основанных на знаниях, одной из важных проблем является представление знаний, так как представление знаний в значительной степени определяет характеристики системы и зависит от сложности решаемых задач. Очевидно, что представление знаний для случая, когда объектом исследований является диагностика, должно отличаться от представления знаний для случая, когда объектом является проектирование, при этом выбор оптимального представления знаний одинаково важен, как для малых, так и для больших интеллектуальных систем. При проектировании модели представления знаний следует учитывать такие факторы, как однородность представления информации и простота её понимания. Однородность приводит к упрощению механизма управления логическим выводом. Представление знаний должно быть понятно экспертам и пользователям системы. В противном случае затрудняются

приобретение знаний и их оценка. Для решения сложных и больших задач необходимы структурирование и модульное представление знаний [1; 2]. По своей структуре можно выделить два типа знания: декларативное знание или просто знание и императивное знание или умение. К знанию первого типа относятся сведения о фактах окружающего или внутреннего мира системы. Знание второго типа представляет собой умение системы производить определенные действия. Можно провести аналогии: между знанием первого типа и данными, а также между знаниями второго типа и программами. Знание первого типа может трансформироваться в знание второго типа, то есть система может обучаться поведению на основе описания этого поведения, и наоборот. Как правило, в интеллектуальных системах присутствуют элементы обоих представлений (декларативного и императивного, или процедурального), и в зависимости от преобладания того или другого, системы называются декларативными или процедуральными. Наибольшее распространение получили системы для представления знаний смешанного типа [2; 3].

Автоматизация сложных технических, экономических и организационных процессов привела к созданию нового класса интеллектуальных систем, работающих в непредсказуемо меняющихся условиях, в той или иной степени автономно. Такие системы называются агентами. Роботы, используемые для исследований в космосе, в океане, могут быть примерами систем такого класса. Интеллектуальные агенты, главной особенностью которых является наличие знаний о закономерностях внешней среды, в которой функционирует агент, и использование им этих знаний требует наличия специального блока анализа ситуаций реального внешнего мира. Под интеллектуальностью агентов следует понимать их способность работать с базой внешних событий или ситуаций. Условием успешного анализа внешних ситуаций является их оценка в условиях неполноты информации относительно отдельных параметров этих ситуаций. Поведение агента существенно определяется результатом оценки ситуации. Когда агент не способен оценить ситуацию и принять решение относительно дальнейших действий, возникает задача разработки специальных оценочных функций и эффективных механизмов оценки ситуаций, с помощью которых агент либо формирует самостоятельно оценку ситуации, либо использует оценки, полученные от других агентов. При этом эффективность функционирования интеллектуальной системы тесно связана с эффективностью нахождения оценок [3; 4].

Предположим, что в некоторые дискретные моменты времени на вход агента поступает информация, подлежащая оценке. Эта информация представляет собой описание некоторой ситуации S, характеризующейся набором значений n параметров, важных с точки зрения оценки ситуации S. Таким образом, ситуация в любой момент времени t характеризуется набором < >, в котором означает некоторое фиксированное значение параметров в момент времени t. Оценки для S выбираются из некоторого множества, например, двухэлементного, то есть может состоять из двух оценок, которые можно обозначить 0 и 1. Интерпретация этих оценок может быть различной. Примерами интерпретации могут служить пары: «много-мало», «полезно-вредно», и т. п. В более сложных случаях множество может быть не двухэлементным, а многомэлементным [1; 5; 6].

В системах автоматической оценки наиболее часто реализуется двухэтапная оценка ситуации. На первом этапе происходит оценка значений каждого из параметров . На втором этапе производится собственно оценка ситуации S на базе имеющихся оценок для всех параметров [2; 4; 7].

Основным способом достичь рационального мышления является использование рационального агента. Вообще говоря, агентом считается все, что действует, но компьютерные агенты отличаются своими уникальными атрибутами, которых нет у обычных программ. Так, например, функционировать под автономным управлением, или воспринимать свою среду, или существовать в течение продолжительного времени. Рациональный агент – это агент, который действует так, чтобы можно было достичь наилучшего результата, или в условиях неопределенности – наилучшего ожидаемого результата. В подходе к созданию искусственного интеллекта на основе мышления агент был акцентирован на формирование правильных логических выводов. То есть, основной задачей агента было формирование логической цепочки, по которой он будет следовать для достижения той или иной цели и по определенным действиям, хотя каждое действие не обязательно приведет к нужной цели. Бывают такие ситуации, в которых нет строго определенного выбора. Такой подход имеет два преимущества: во-первых, этот подход является более общим по сравнению с подходом, основанным на использовании «законов мышления», поскольку правильный выбор – это просто один из нескольких возможных механизмов достижения рациональности. Во-вторых, он является более перспективным для научной разработки по сравнению с подходами,

основанными на изучении поведения или человеческого мышления, поскольку стандарт рациональности четко определен и полностью обобщен [1; 4; 6].

Если рассматривать этот подход более подробно, то можно дать более полное определение агентов. Агентом является все, что может рассматриваться как воспринимающее свою среду с помощью датчиков и воздействующее на эту среду с помощью исполнительных механизмов. В данном случае под агентом можно понимать, как человека, у которого есть органы восприятия, так и робота, у которого есть сенсоры и датчики. Под восприятием понимается получение агентом сенсорных данных в любой конкретный момент времени. Последовательностью актов восприятия агента называется полная история всей информации, которую воспринял агент. Можно сказать, что каждый выбор агента строится на использовании последовательности актов восприятия и информации, которая была воспринята до этого действия. С математической точки зрения определение некоторого агента может быть описано с помощью функций агента, которые отображают конкретную последовательность актов восприятия на какое-то действие, конечно, если определенные действия предусматриваются программой агента. Тут важно понимать, что функция агента — это абстрактное математическое описание, а программа агента – это реализация, которая действует только в рамках архитектуры агента. После погружения в среду агент вырабатывает последовательность действий, которые строятся на полученных данных. Действия агента заставляют среду пройти через определенные манипуляции [2; 4; 7].

В любой момент времени оценка рациональности действий агента зависит от четырех перечисленных ниже факторов [1; 2; 3]:

1. Показатели производительности, которые определяют критерии успеха.
2. Знания агента о среде и приобретенные ранее знания.
3. Перечень действий, которые могут быть выполнены агентом.
4. Последовательность актов восприятия агента, которые произошли до настоящего времени.

Из выше перечисленных факторов можно сформулировать следующее определение рациональности: «Для каждой возможной последовательности актов восприятия рациональный агент должен выбрать действие, которое, как ожидается, максимизирует его показатели производительности, с учетом фактов, предоставленных данной последовательностью актов восприятия и всех встроенных знаний, которыми обладает агент» [3; 4; 5].

В искусственном интеллекте необходимо четко проводить грань между рациональностью и всезнанием. Всезнающий агент знает результат своих действий, и может действовать соответствующим образом, но всезнание невозможно. У агентов есть понятие автономности, то есть, если агент больше полается на знания, которые были у него изначально, и практически не обучается новым, то такой агент считается недостаточно автономным. Рациональный агент должен быть автономным, то есть, он должен обучаться всему, что только может усвоить, чтобы изменить неправильные или неполные изначальные знания. Из этого следует, что при прошествии достаточно долгого времени нахождения в определенной среде, агент может стать независимым от априорных знаний [5; 6].

Существует такое понятие, как проблемная среда. Проблемная среда – это «проблема», для которой рациональный агент служит решением. Для проектирования агента всегда нужно вначале определить проблемную среду, причем как можно более полно. Разнообразие проблемных сред в искусственном интеллекте весьма велико. Тем не менее, существует возможность определить относительно небольшое количество измерений, по которым могут быть классифицированы варианты проблемной среды. Приведем классификацию проблемной среды: полностью или частично наблюдаемая проблемная среда, детерминированная или стохастическая, эпизодическая или последовательная, статическая или динамическая, дискретная или непрерывная, одноагентная или мультиагентная [1; 2; 5].

Различия между одноагентной и мультиагентной средой достаточно расплывчаты. Конечно, понятно, что если агент решает судоку, то это одноагентная среда, а если играет в шашки, или шахматы то двухагентная (мультиагентная) среда. Шахматы являются конкретной мультиагентной средой. Проектирование агентов в мультиагентной среде имеет свои трудности: например, рациональное поведение в мультиагентной среде подразумевает появление связей поддержки, или появление конкуренции, это подразумевает, что поведение станет стохастическим, чтобы избежать предсказуемости [3; 4; 7].

Простейшим видом агента является простой рефлексивный агент. Данный тип агентов строит

свой выбор на основе полученной информации, при этом игнорируя все остальные знания. Большинство простых рефлексивных агентов используют правило условие-действие. На самом деле, таким принципом пользуются не только в искусственном интеллекте. Такой принцип очень распространен в реальной жизни, например, при вождении автомобиля. То есть, на каждую ситуацию есть определенное действие. Конечно, если рассматривать людей, то большинство выборов, которые строятся на таком правиле, основаны на процессе обучения людей. Преимущества простых рефлексивных агентов в том, что они достаточно просты, но при этом их интеллект ограничен [6].

В последнее время как в области искусственного интеллекта, так и в области прикладного программирования активно используется понятие программного агента. Одним из основных факторов проявления этого интереса к нему явилось развитие сетевых технологий, в частности, связанных с Интернетом. Понятие программного агента существенно обобщает понятие объекта из области объектно-ориентированного программирования за счет введения дополнительных интеллектуальных компонент, определяющих политику выполнения действий агентом в зависимости от его состояния и сообщений, полученных от других агентов многоагентной системы и внешней среды. Состояние агента в этом случае может иметь достаточно сложную структуру, включая в себя некоторую базу данных. Интеллектуальные программные агенты могут использоваться в качестве автономных компонент при построении систем искусственного интеллекта, при работе в Интернете [2,5].

В общем случае многоагентная система состоит из конечного множества интеллектуальных агентов с общей предикатной сигнатурой и специального почтового агента, моделирующего сеть связей между агентами. У каждого интеллектуального агента обычно имеется внутренняя база данных и свой почтовый ящик. Передача информации в многоагентной системе строится по синхронному или асинхронному типу [7].

Библиографический список:

1. Мелихова О.А. Методы построения интеллектуальных систем на основе нечеткой логики. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2007. – 92 с

2. Мелихова О.А. Процесс познания в терминах математической логики // Информатика вычислительная техника и инженерное образование. 13.10.2014. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: http://digital-mag.tti.sfedu.ru (дата обращения: 5.12.2015).

3. Мелихова О.А. Нейронные сети, как составная часть систем искусственного интеллекта// Информатика вычислительная техника и инженерное образование. 6.09.2015. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: http://digital-mag.tti.sfedu.ru (дата обращения: 1.12.2015).

4. Мелихова О.А., Мелихова З.А. Использование аппарата нечеткой математики при моделировании систем поддержки принятия решений // Известия ЮФУ. Технические науки. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2012, № 7 (132). – С. 113–118.

5. Мелихова О.А., Гайдуков А.Б., Джамбинов С.В., Чумичев В.С. Методы поддержки принятия решений на основе нейронных сетей// Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – М., № 09 (80). Ч. 1. 2015. – С. 52–59.

6. Мелихова О.А., Григораш А.С., Джамбинов С.В., Чумичев В.С., Гайдуков А.Б. Некоторые аспекты теории нейронных систем// Молодой ученый. – Казань. № 16 (96), – 2015. – С. 196–199.

7. Melikhova O.A., Rudenko E.G.., Loginov O.A. Intelligent decision support systems: analysis, problems, prospects // Научная дискуссия: инновации в современном мире. – М., Изд. «Международный центр науки и образования», – 2015. – № 3–4 (35). – С. 166–170.

Научное издание

Коллектив авторов

Сборник материалов XXXIV Международной научной конференции «Техноконгресс»

ISBN 978-5-9907998-9-9

Техниконаучный журнал «Техноконгресс»

Кемерово 2018