

В работе дано описание основных бизнес-процессов, будут разработаны архитектурные и функциональные требования, требования к интеграции разрабатываемой системы с подсистемой СТ. БАНК. ИТ. Корпоративный бизнес. Общая структура системы представлена на рисунке 2.

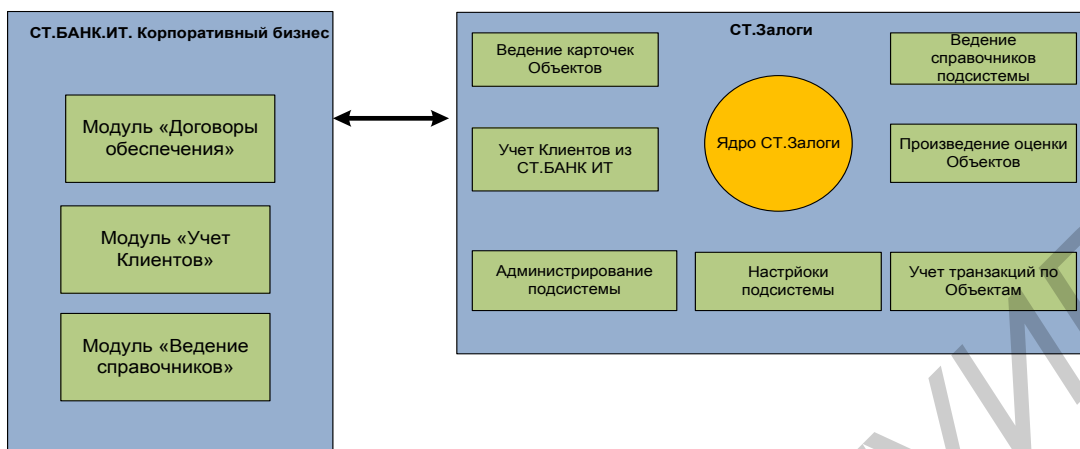


Рисунок 2 – Структурная схема

СТО ЛЕТ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Институт информационных технологий БГУИР, г. Минск, Республика Беларусь

Шпилевский В. В.

Тараканов А. Н. – канд. физ.-мат. наук, доцент

Излагаются некоторые сведения об истории создания общей теории относительности, её развитии, экспериментальных подтверждениях и современном состоянии.

25 ноября 1915 г. можно считать датой создания Альбертом Эйнштейном (1879-1955) общей теории относительности (ОТО). Эта дата соответствует подписанию в печать статьи «Уравнения гравитационного поля» в журнале Прусской Академии наук, в котором она вышла через неделю, 2 декабря ([1]). Эта статья явилась результатом размышлений и поисков А. Эйнштейном теории, которая описывала бы гравитацию. К этому времени Эйнштейн стал известен в научном мире как создатель специальной теории относительности (1905), а также работами по термодинамике и фотоэффекту, для объяснения которого использовал и развил идею Макса Планка о квантах излучения. В 1909 году был избран членом Прусской Академии наук, в журналах которой стал публиковать свои исследования. По традиции часто учёные излагают свои ещё не оформившиеся идеи в переписке друг с другом. Эйнштейн ведёт обширную переписку с различными учёными – Филиппом Ленардом, Максом фон Лауэ, Вильгельмом Рентгеном, Вильгельмом Винном, Иоханнесом Штарком, Германом Минковским, Арнольдом Зоммерфельдом, Марианом фон Смолуховским, Альфредом Бухерером, Хендриком Лоренцем, Альфредом Штерном, Эйлхардом Видеманом, Эрнстом Махом, Жаном Перреном, Хейке Камерлинг-Оннесом, Паулем Эренфестом, и другими, – с которыми обменивается научными идеями.

В письме Зоммерфельду от 29 октября 1912 г. Эйнштейн пишет: «... я занят исключительно проблемой гравитации и думаю, что теперь мне удастся преодолеть все трудности с помощью моего друга – математика. Но одно мне совершенно ясно: что никогда в жизни мне ещё не приходилось так много работать и что я проникся величайшим уважением к математике, наиболее изысканные области которой я до сих пор по неразумению считал ненужной для меня роскошью. По сравнению с этой проблемой первоначальная теория относительности не более, чем детская игра» ([20], p. 505).

Поняв важность математики в физических исследованиях и не имея соответствующей подготовки, он обращается за помощью к своему другу-математику и однокурснику по Цюрихскому политехническому институту Марселю Гроссману. Результатом явился совместный «Проект обобщённой теории относительности и теории тяготения», физическая часть которого была написана Эйнштейном, а математическая – Гроссманом ([3]). Ещё раньше в 1907 году Эйнштейн сформулировал *принцип эквивалентности* (ПЭ), согласно которому никакой эксперимент не может определить, движется ли лаборатория ускоренно или покоится в гравитационном поле Земли. Фактически это означало расширение принципа относительности на ускоренные системы отсчёта, что и было впервые сделано в проекте [3]. Если всякое движение относительно, то оно не должно зависеть от искажения систем координат. Эти соображения привели Эйнштейна к формулировке *принципа общей*

ковариантности (ПОК): физические уравнения должны одинаково выглядеть во всех пространственно-временных системах координат.

Развивая ПОК Эйнштейн пришёл к заключению, что вывод соответствующих уравнений требует специфического математического метода. Освоить этот метод, который называется тензорным исчислением (его разработал итальянский математик Грегорио Риччи в 1887 г.), ему помог хорошо знающий математику М. Гроссман. На основе тензорного исчисления Эйнштейн пытается описать гравитацию не скалярным потенциалом, как у Ньютона или в недавней теории Г. Нордстрёма, а с помощью десяти независимых величин $g_{\mu\nu}$ (гравитационных потенциалов), образующих так называемый *фундаментальный*, или *метрический тензор*, определяющий элементарный интервал в 4-мерном пространстве-времени (ПВ). Так как компоненты метрического тензора зависят от координат, то соответствующее ПВ эффективно становится искривлённым. Это проявляется в том, что мировые линии в таком ПВ, описывающие траектории свободных частиц в гравитационном поле, в проекции на плоское ПВ Минковского, появляющееся в специальной теории относительности (СТО), являются искривлёнными. Сильное гравитационное поле должно приводить также к искривлению прямолинейных световых лучей, т.е. скорость света должна зависеть от поля тяготения и приводить к *гравитационному эффекту Доплера* (смещение спектральных линий в красную область).

После проекта [3] Эйнштейн опубликовал несколько статей, в которых, по словам самого Эйнштейна, «кроме пёстрой смеси физических и математических требований, использовались и вспомогательные эвристические средства; поэтому трудно обозреть и охарактеризовать теорию с формальной математической точки зрения на основе одних этих работ» ([4], S. 1030). В работе «Формальные основы общей теории относительности» Эйнштейну используя вариационный принцип Гамильтона удалось получить уравнения гравитационного поля «исключительно из соображений ковариантности» ([4]). Однако это ещё не были правильные уравнения. В частности, в совместной с Гроссманом статье [5] показано, что «при помощи общековариантных уравнений невозможно определить величины $g_{\mu\nu}$, характеризующие гравитационное поле».

Через некоторое время Эйнштейн показал, что теорию гравитационного поля можно построить на основе ковариантной теории многомерных многообразий Римана [6], а в дополнении [7] к этой работе он ввёл «довольно смелую дополнительную гипотезу о структуре материи», заключающуюся в том, что след тензора энергии-импульса $T_{\mu\nu}$ материи всегда должен быть равен нулю, т.е. $T = g^{\mu\nu} T_{\mu\nu} = 0$, что обеспечивает закон сохранения энергии-импульса. Наконец, в последующей работе [1] это довольно жёсткое требование заменяется

использованием вместо $T_{\mu\nu}$ конструкции $G_{\mu\nu} = \kappa(T_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} T)$, где $G_{\mu\nu}$ – тензор, построенный из компонент

метрического тензора и его производных, тогда как $T_{\mu\nu}$ строится исходя из распределения материи в ПВ, которое, таким образом, является причиной гравитации и соответствующего искривления ПВ. Работа [1] завершает создание ОТО.

ОТО предсказывает множество различных эффектов, которые могут быть проверены экспериментально. Первая проверка ОТО стала возможна благодаря полному солнечному затмению, проходившему 29 мая 1919 г., хорошо видимому на острове Принсипи у западного побережья Африки. А. Эддингтон и Ф. Дайсон организовали экспедицию для проверки теории Эйнштейна. Результаты измерений отклонения лучей света гравитационным полем Солнца совпадали с предсказанием Эйнштейна. Однако точность измерений оказалась не слишком высокой. Кроме того, не было учтено дополнительное преломление света солнечной короной. Поэтому сегодня результаты наблюдений Эддингтона поставлены под сомнение.

На основе ОТО Эйнштейн рассчитал смещение перигелия Меркурия ([8]). Оно оказалось равным 43" в столетие, что хорошо согласуется с наблюдением.

Уже упомянутое гравитационное красное смещение было обнаружено в спектрах звёзд и Солнца и надёжно подтверждено в контролируемых земных условиях в эксперименте Паунда и Ребки (1959).

Одним из эффектов ОТО является гравитационное замедление времени, как будто подтверждённое в эксперименте Хафеле–Китинга в 1971 г., в котором сравнивался ход часов, установленных на двух самолётах, один из которых летел строго на запад, а другой строго на восток. Однако точность оказалась меньше погрешности измерений.

Гравитационное замедление времени и искривление пространства влекут так называемый эффект Шапиро (1964), из-за которого в поле тяготения электромагнитные сигналы идут дольше, чем в отсутствие этого поля. Данное явление было обнаружено в 1966-1967 г. при радиолокации планет Солнечной системы и космических кораблей, проходящих позади Солнца, а также при наблюдении сигналов от двойных пульсаров.

В 1918 году Эйнштейн предсказал на основе ОТО существование гравитационного излучения. Теоретическое изучение решений уравнений Эйнштейна, описывающих гравитационные волны, продолжалось до 1969 года, когда **Джозеф Вебер**, основатель гравитационно-волновой астрономии, сообщил об обнаружении гравитационных волн с помощью резонансного детектора, выступающего в роли механической гравитационной антенны. В 1978 году Джозеф Тейлор сообщил об обнаружении гравитационного излучения в двойной системе пульсара PSR B1913+16. За экспериментальные исследования Джозеф Тейлор и Рассел Халс были удостоены Нобелевской премии по физике за 1993 год.

Наконец, 11 февраля 2016 года международные коллаборации LIGO и VIRGO сообщили о первом прямом детектировании гравитационных волн, возникающих при взаимодействии массивных тел в сверхсильных гравитационных полях со сверхвысокими относительными скоростями ($v/c > 0,5$) ([9]). Это позволило проверить корректность ОТО с высокой точностью.

Исследования по проверке предсказаний ОТО продолжают.

Список использованных источников:

1. Einstein A. Die Feldgleichungen der Gravitation. // Sitz. preuss. Akad. Wiss., 1915, № 48-49, 843, 844-847. – (Эйнштейн А. Уравнения гравитационного поля. // В кн.: Эйнштейн А. Собрание научных трудов, в 4-х тт. Т.1. – М.: Наука, 1965. – с. 448-451).
2. The Collected Papers of Albert Einstein. Vol. 5: The Swiss Years: Correspondence, 1902-1914. – Princeton: The Princeton University Press, 1993. – 784 pp.)
3. Einstein A., Großmann M. Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation. Einstein A. I. Physikalischer Teil. Großmann M. II. Mathematischer Teil. // Zeitschr. f. Math. u. Phys., 1913, **62**, Н. 3, 225-244. – (Эйнштейн А. Проект обобщённой теории относительности и теории тяготения. (Совместно с М. Гроссманом). // В кн.: Эйнштейн А. Собрание научных трудов, в 4-х тт. Т.1. – М.: Наука, 1965. – с. 227-266).
4. Einstein A. Die formale Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie. // Sitz. Preuss. Akad. Wiss., 1914, № 41, 1030-1085.
5. Einstein A., Grossmann M. Kovarianzeigenschaften der Feldgleichungen der auf die verallgemeinerte Relativitätstheorie gegründeten Gravitationstheorie. // Zeitschr. f. Math. u. Phys., 1914, **63**, Н. 1/2, 215-225. – (Эйнштейн А. Ковариантные свойства уравнений поля в теории тяготения, основанной на общей теории относительности. // В кн.: Эйнштейн А. Собрание научных трудов, в 4-х тт. Т.1. – М.: Наука, 1965. – с. 399-409).
6. Einstein A. Zur allgemeinen Relativitätstheorie. // Sitz. preuss. Akad. Wiss., 1915, № 44, 777, 778-786. – (Эйнштейн А. К общей теории относительности. // В кн.: Эйнштейн А. Собрание научных трудов, в 4-х тт. Т.1. – М.: Наука, 1965. – с. 425-434).
7. Einstein A. Zur allgemeinen Relativitätstheorie (Nachtrag). // Sitz. preuss. Akad. Wiss., 1915, № 46, 789, 799-801. – (Эйнштейн А. К общей теории относительности (дополнение). // В кн.: Эйнштейн А. Собрание научных трудов, в 4-х тт. Т.1. – М.: Наука, 1965. – с. 435-438).
8. Einstein A. Erklärung der Perihelbewegung des Merkur aus der allgemeinen Relativitätstheorie. // Sitz. preuss. Akad. Wiss., 1915, № 47, 803, 831-839. – (Эйнштейн А. Объяснение движения перигелия Меркурия в общей теории относительности. // В кн.: Эйнштейн А. Собрание научных трудов, в 4-х тт. Т.1. – М.: Наука, 1965. – с. 439-447).
9. Abbott B.P., et al. (LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration). Observation of Gravitation Waves from a Binary Black Hole Merger. // Phys. Rev. Lett., 2016, **116**, № 6, 061102. – 16 pp.

ЁМКОСТЬ РЫНКА: ФАКТОРЫ ЕГО РАЗВИТИЯ

Институт информационных технологий БГУИР, г. Минск, Республика Беларусь

Шпилевский В.В.

Анохин Е. В. – м. э. н., ст. преподаватель

Совокупность потребителей (рыночный сегмент), как и некоторая географическая территория может рассматриваться в качестве рынка. Изучение и исследование объёмов продаж продукции на рынке предполагает определение специального рыночного показателя – ёмкости рынка, одной из важнейших рыночных исследований.

Основной задачей рыночного исследования является определение ёмкости рынка. Ёмкость рынка – это существующий или потенциально возможный объём реализации товара в течение определенного периода времени. Под ёмкостью товарного рынка понимается возможный объём реализации товара (конкретных изделий предприятия) при данном уровне и соотношении различных цен. Ёмкость рынка характеризуется размерами спроса населения и величиной товарного предложения. В каждый момент времени рынок имеет количественную и качественную определенность, т.е. его объём выражается в стоимостных и натуральных показателях продаваемых, а, следовательно, и покупаемых товаров.

Действительной ёмкостью рынка является первый уровень. Потенциальная ёмкость обозначает максимально возможный объём продаж в рыночной ситуации, когда все потенциальные клиенты приобретают товары исходя из максимального уровня их потребления. Реальная ёмкость оценивается как достижение фактического или прогнозируемого объёма продаж анализируемого товара.

Практика маркетинговых исследований показывает, что данные о ёмкости рынка тех или иных товаров и о доле, занимаемой отдельными производителями, в настоящее время представляют большой интерес для самих производителей. Они необходимы как для расширения позиций компании, которая уже занимает устойчивые позиции на рынке, так и для проникновения на рынок новой компании или торговой марки.

Анализ вторичной информации, включает в себя анализ всей документации, которая может содержать сведения об интересующем нас рынке и может быть полезна в маркетинговой деятельности: статистические данные, данные органов управления, обзоры рынка, специализированные журналы и статьи, данные Internet и т. д.

Ёмкость рынка формируется под влиянием множества факторов, каждый из которых может в определенных ситуациях как стимулировать рынок, так и сдерживать его развитие, ограничивая его ёмкость. Всю совокупность факторов можно разделить на две группы: общего и специфического характера.

В настоящее время состояние рынка подвержено значительному влиянию таких процессов, как обособление территории и введение новых денежных единиц, образование коммерческих структур, инфляция, введение новых таможенных ограничений и т.д.

Результатом работы по определению ёмкости рынка должен являться комплексный и аналитический обзор состояния рынка и формулирующих его факторов, а также многовариантный прогноз развития рынка с учётом тенденций изменения влияющих на него внутренних и внешних факторов.

Деятельность предприятия по исследованию товарных рынков совпадает с имеющимся в маркетинге способом изучения внешних рыночных условий рынка, из которых складывается жизненный цикл товара.