

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ

И.М. Козлов

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин), Новосибирск, Россия*

Аннотация

Выполнена оценка эффективности инвестиций в технологию проектирования на основе информационного моделирования зданий (BIM) на примере проектной организации, выполняющей проектирование многоэтажного жилого дома.

Ключевые слова: BIM (Информационное моделирование здания), экономическая оценка инвестиций, проектирование зданий

ESTIMATION OF ECONOMIC EFFICIENCY OF THE BUILDING INFORMATION MODELING INTRODUCTION

I. Kozlov

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Novosibirsk, Russia

Abstract

The estimation of efficiency of investments into technology of designing on the basis of Building Information Modeling (BIM) on an example of the design organization, which is carrying out designing of a multistory apartment house, is executed.

Keywords: BIM (Building Information Modeling), economic estimation of investments, buildings designing

Термин BIM - Информационная модель здания (Building Information Model) был введен компанией Autodesk в 2002 году. В разных источниках само определение BIM используется разным по формулировкам, но общим по сути. Мы будем понимать под BIM электронную базу данных, содержащую всю информацию, необходимую для проектирования, строительства и эксплуатации здания, а также набор специализированных средств управления этими данными, по всем остальным нюансам терминологии отсылая читателя к книге [1].

До компьютерных технологий роль базы данных выполнял комплект документации. Существовала целая система управления этими данными для создания, редактирования, хранения, обеспечения целостности данных.

После возникновения компьютерных программ, позволяющих создавать, хранить и редактировать проектную документацию (CAD - Computer Aided Design), появилась возможность хранить информацию в электронном виде. Но при этом отдельные части информации между собой не связаны и требуется выполнять определенный объем ручной работы по обеспечению целостности данных.

Для примера, если все построения выполнялись в AutoCAD, в большинство специализированных расчетных программ информацию требовалось вводить вручную. Сбор нагрузок, спецификации, сметы, описания, результаты расчетов — все это можно хранить в электронном виде, но взаимосвязь между данными осуществляется только человеком.

Попытки объединения данных в одно взаимосвязанное информационное пространство предпринимались давно. Начиная от конвертеров форматов до создания специальных форматов хранения данных, таких как IFC (Industrial Foundation Classes) или XML [2] и создания BIM-сервера [3]. Нельзя сказать, что процесс объединения данных завершился, поскольку еще существуют проблемы с совместимостью отдельных программ, но определенные результаты решения этой непростой задачи достигнуты. Уже существуют работающие по технологии BIM линейки программных продуктов, позволяющие выполнять работу практически по всем разделам проекта и доказавшие свою эффективность [4].

Фактически переход от технологии CAD к технологиям BIM для проектной организации означает переход на новое программное обеспечение и некоторое переобучение персонала. И хотя эффективность новых технологий уже многократно доказана опытом ведущих мировых проектных организаций, в нашей стране переход на BIM идет медленно, и одна из причин этого – необходимость на первом этапе нести немалые затраты.

Попробуем оценить экономический эффект от внедрения BIM-технологий на примере типичной проектной организации средних размеров, работающей в сибирском регионе (это определяет стоимость работ, величину зарплаты и т.п.).

Предположим, что существует действующая проектная организация, штатный состав которой обеспечивает наличие специалистов для выполнения проектной документации в полном объеме. Офис и оборудование в собственности.

Дополнительные затраты будут включать закупку программного обеспечения и обучение персонала. Более высокая эффективность работы достигается за счет интенсификации труда, сокращение времени на корректировку проекта при одновременной работе большого количества специалистов по смежным разделам. Эффект от внедрения BIM-технологии будет достигнут только в случае, если все специалисты перейдут на новое программное обеспечение.

1. Определение текущих затрат при выполнении проектных работ

К статьям расходов, требующих обязательных отчислений, относятся:

- содержание основных фондов,
- материальные затраты (расходные материалы),
- заработная плата и налоги.

Амортизационные отчисления основных фондов (амортизируемая стоимость (руб) × норма амортизации (%)) = годовая сумма амортизационных отчислений (руб)) составляют:

- здания и сооружения: 5 000 000 руб. × 10% = 500 000 руб.
- оборудование: 1 510 000 руб. × 20% = 302 000 руб.
- производственный и хозяйственный инвентарь: 20 000 руб. × 10% = 2 000 руб.

Итого годовых амортизационных отчислений получается 804 000 руб.

Примерный состав рабочего коллектива проектной организации (должность, количество человек, годовая заработная плата):

- директор - 1 (360 000 руб.),
- бухгалтер - 1 (300 000 руб.),
- секретарь - 1 (300 000 руб.),
- сметчик - 2 (600 000 руб.),
- ГАП - 1 (360 000 руб.),
- архитекторы - 2 (600 000 руб.),
- ГИП - 1 (360 000 руб.),
- конструкторы - 4 (1 200 000 руб.),
- инженеры - 13 (3 900 000 руб.), в том числе:

ОВ - 2 (600 000 руб.), ВК - 2 – (600 000 руб.), ЭС - 2 (600 000 руб.), СС - 2 (600 000 руб.), КИПиА - 2 (600 000 руб.), ООС - 1 (300 000 руб.), ПОС - 2 (600 000 руб.).

Итого в год на заработную плату требуется 7 980 000 руб.

Таким образом, годовые эксплуатационные затраты составляют:

Затраты на оплату труда: 7 980 000 руб.

Социальный налог (26%): 2 074 800 руб.

Амортизация: 804 000 руб.

Налог на имущество (2,2% ост. стоим.): 110 000 руб.

Материальные и прочие затраты (в т.ч. коммунальные платежи и связь): 1 500 000 руб.

Итого постоянных эксплуатационных затрат: 12 468 800 руб.

2. Определение денежных поступлений

Предположим, что проектная организация берется выполнить проект 17-этажного двухсекционного жилого дома общей площадью порядка 17 000 м². Предположительный срок реализации проекта 1 год (вариантное проектирование, расчет конструкций, проект

организации работ, изготовление проектно-сметной и конструкторской документации, согласование).

Стоимость проектных работ определяется по укрупненным показателям, либо по справочнику базовых цен на проектные работы для строительства [5], либо в размере 5-10% от стоимости СМР (для малоэтажных зданий около 10%, для многоэтажных — 10%, более точно — в [6]).

1. Цены в Справочниках базовых цен [5] установлены по состоянию на 1 января 2001г. Ценами учтены все затраты на разработку проектной документации и прибыль, без учета налога на добавленную стоимость [6, п.5].

Базовая цена разработки проектной документации (проект + рабочая документация) определяется по формуле:

$$C = (a + vx) \times Ki,$$

где: "а" и "в" – постоянные величины для определенного интервала основного показателя проектируемого объекта в тыс. руб.; х – основной показатель проектируемого объекта; Ki – коэффициент, отражающий инфляционные процессы на момент определения цены проектных работ для строительства объекта [6, п.И.А.1].

По справочнику базовых цен [5, табл.1] для 17-этажного жилого дома а = 1510,944 тыс. руб., в = 0,107. Показатель х = 17 000×3,3 = 56 100 м³.

Базовая цена разработки проектной документации в ценах 2001 года
 $C = 1\,510,944 + 0,107 \times 56\,100 = 1\,510,944 + 6\,002,7 = 7\,513,644$ тыс. руб.

Из [7] индексы изменения сметной стоимости проектных работ для строительства к справочникам базовых цен на проектные работы: к уровню базовых цен по состоянию на 01.01.2001 года = 3,03.

Базовая цена разработки проектной документации в ценах 2009 года с районным коэффициентом 1,25

$$C = 7\,513,644 \times 3,03 \times 1,25 = 22\,766\,341,32 \times 1,25 = 28\,457\,926,65 \text{ руб. без НДС}$$

2. Экспертная оценка себестоимости 1м² составляет порядка 30 тыс. руб. Стоимость строительства здания в 17 000 м² будет составлять 510 млн. руб. Из расчета 5% от стоимости строительства, стоимость проекта составит 25 500 тыс.руб.

Исходя из договорных условий примем стоимость проекта 22 млн. руб. с НДС.

3. Составление плана доходов и расходов при традиционном способе проектирования

Доходы, расходы и примерное процентное отношение к стоимости проекта:

1. Выручка от реализации: 22 000 000 руб. (100%)
2. в том числе НДС [7]: 3 960 000 руб. (18%)
3. Зарплата и соц.налог: 10 054 800 руб. (46%)
4. Хозрасходные (амортизация, налог, материальные и прочие): 2 414 000 руб. (11%)
5. Согласование (около 7% стоимости проекта): 1 540 000 руб. (7%)
6. Прибыль: 4 031 200 руб. (18%)

7. Налог на прибыль, 20%: 806 240 руб. (3%)

8. Чистая прибыль: 3 224 960 руб. (15%)

4. Определение объема инвестиций

Для внедрения новой технологии проектирования требуется сделать инвестиции в программное обеспечение и обучение персонала (на примере продукции компании Autodesk).

Инвестиции в программное обеспечение (цены указаны приблизительно по данным интернет-источников):

1. AutoCAD Revit Architecture Suite 2010 Commercial New SLM: $145\,400 \times 3 = 581\,600$ руб.

2. AutoCAD Revit MEP Suite 2010 Commercial New SLM: $161\,000 \times 6 = 966\,000$ руб.

3. AutoCAD Revit Structure Suite 2010 Commercial New SLM: $161\,000 \times 4 = 644\,000$ руб.

4. Robot Structural Analysis Professional 2010 Commercial New SLM: $171\,000 \times 1 = 171\,000$ руб.

5. Autodesk Ecotect Analysis 2010 Commercial New SLM: $88\,000 \times 1 = 88\,000$ руб.

Итого 2 450 600 руб.

Затраты на обучение персонала. Обучение персонала можно провести по дистанционной форме. По данным [9], стоимость обучения 1 человека составит 14 000 руб. за курс 40 часов (5 дней) по одному из программных продуктов. Итого 24 человеко-курса стоят $14\,000 \times 24 = 336\,000$ руб.

Всего инвестиций $K = C_{\text{по}} + C_{\text{обуч}} = 2\,450\,600 + 336\,000 = 2\,786\,600$ руб.

5. Составление плана доходов и расходов после внедрения нового способа проектирования

Как показано в [10], при внедрении нового программного обеспечения производительность сначала резко снижается (процесс обучения), затем постепенно возрастает, достигая уровня выше, чем при применении старого программного обеспечения. По экспертным оценкам [10] срок возрастания производительности составляет 3-6 месяцев, рост производительности при этом (в случае перехода от CAD к BIM технологиям) составляет в среднем 30-50% (в отдельных случаях до 100%). (Рис. 1)

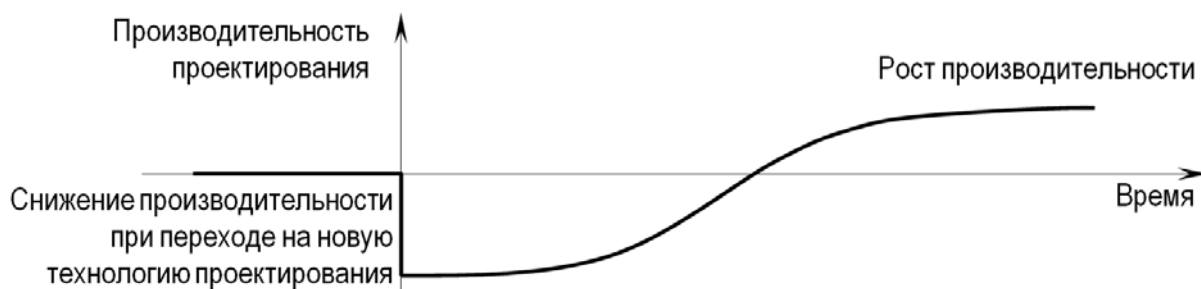


Рис.1. Характер изменения производительности труда при внедрении нового программного обеспечения

С учетом необходимости выработки типовых приемов работы, отчетных форм, библиотек применяемых элементов, предположим максимальный уровень повышения производительности в первый год составляет 30%, срок выхода на максимальный уровень 6 мес., срок обучения – 1 мес. Во второй год, при условии использования наработок, уровень повышения производительности составляет 50%.

Проиллюстрируем процесс изменения уровня производительности для принятых параметров, принимая за 100% годовую выработку.

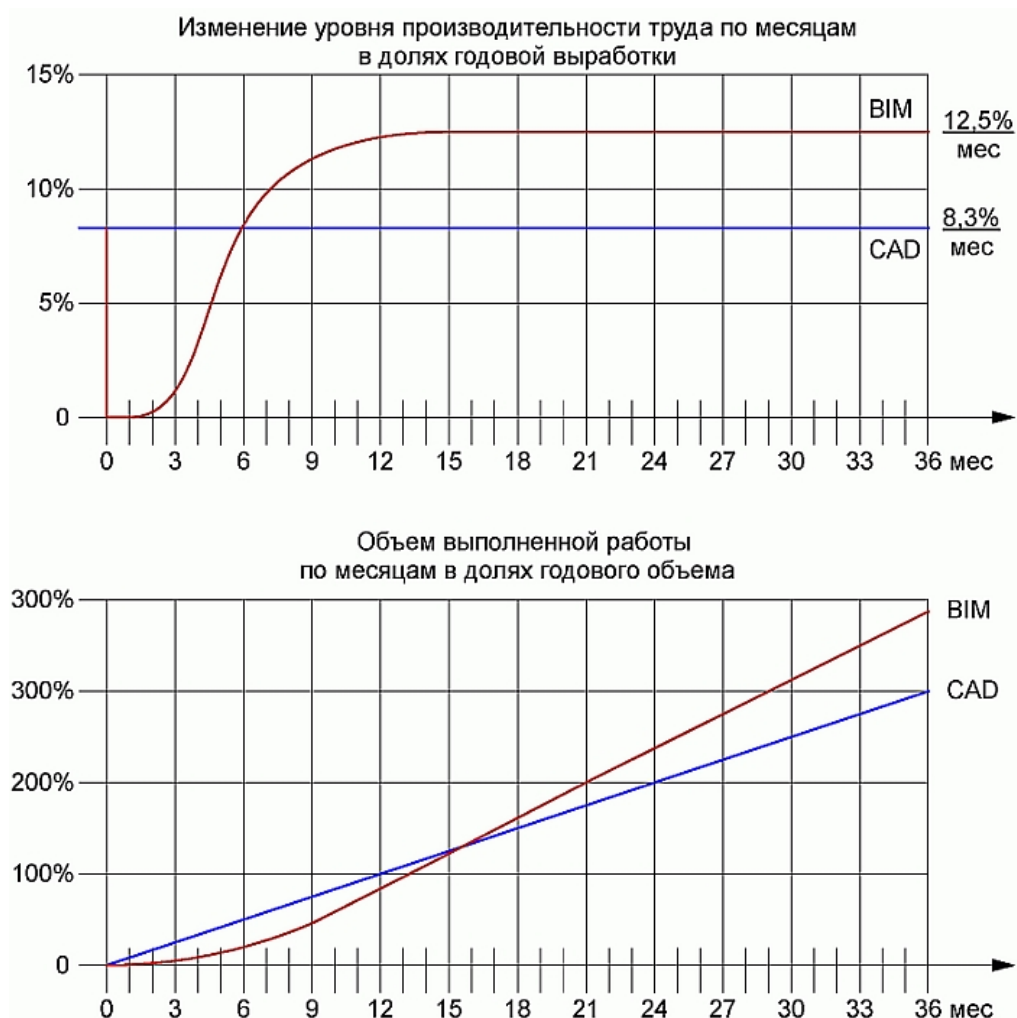


Рис.2. Результаты расчетов изменения уровня производительности и объема выполненной работы.

Таким образом, месяцев через 15-16 можно выйти на тот же объем выполненной работы и продолжать работать с большей производительностью.

Допустим, что объем осваиваемых средств прямо пропорционально зависит от объема выполненной работы. Тогда в первый год придется несколько урезать заработную плату, чтобы не иметь убытков за год. План доходов и расходов на 1 год:

1. Выручка от реализации: 19 074 000 руб.
2. в том числе НДС: 3 433 320 руб.
3. Зарплата и соц.налог: 9 100 000 руб.
4. Хозрасходные (амортизация, налог, материальные и прочие): 2 414 000 руб.

5. Согласование (7% стоимости проекта): 1 335 180 руб.
6. Инвестиции: 2 786 600 руб.
7. Прибыль: 4 900 руб.
8. Налог на прибыль, 20%: 980 руб.
9. Чистая прибыль: 3 920 руб.

Увеличение производительности на 50% позволит за второй и третий год освоить больше средств. При этом увеличиваются накладные расходы и можно увеличить заработную плату. План доходов и расходов на 2 и 3 года:

1. Выручка от реализации: 33 000 000 руб.
2. в том числе НДС: 5 940 000 руб.
3. Зарплата и соц.налог: 14 439 600 руб.
4. Хозрасходные (амортизация, налог, материальные и прочие): 3 300 000 руб.
5. Согласование (7% стоимости проекта): 2 310 000 руб.
6. Прибыль: 7 260 000 руб.
7. Налог на прибыль, 20%: 1 452 000 руб.
8. Чистая прибыль: 5 808 000 руб.

6. Определение эффективности инвестиций

Для оценки эффективности инвестиций определяются [11]:

- чистый доход (ЧД);
- чистый дисконтированный доход (ЧДД);

Нормативный срок окупаемости капитальных вложений в средства автоматизации и вычислительной техники равен 3 года.

А. Чистый доход (ЧД) – это накопленный эффект (сальдо денежного потока) за весь расчетный период. При оценке эффективности инвестиций в новые технологии в качестве дохода ϕ_t берется разница между прибылью до внедрения и прибылью после внедрения.

$$\text{ЧД} = \phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_m.$$

Б. Чистый дисконтированный доход (ЧДД) – накопленный дисконтированный эффект за расчетный период. ЧДД рассчитывается по формуле:

$$\text{ЧДД} = \phi_1 \times a_1(E) + \phi_2 \times a_2(E) + \dots + \phi_m \times a_m(E),$$

где a_t – коэффициент дисконтирования для шага t (приведения разновременных значений денежных потоков к ценности на начальный момент времени):

$$a_t = 1/(1+E)^{(t-1)}$$

E – норма дисконта. Поскольку расчетный срок только 3 года, принимаем норму дисконта равной безрисковой норме на уровне ставки рефинансирования 8,75%.

Расчеты сведены в **таблицу 1**:

Таблица 1. Расчет ЧД и ЧДД

Показатель	1 год	2 год	3 год
Чистая прибыль до внедрения BIM-технологий, руб.	3 224 960	3 224 960	3 224 960
Чистая прибыль после внедрения BIM-технологий, руб.	3 920	5 808 000	5 808 000
Разница в прибыли ϕ_t , руб.	-3 221 040	2 583 040	2 583 040
ЧД, руб.	-3 221 040	-638 000	1 945 040
Коэффициент дисконтирования a_t	1	1,0875	1,183
$\phi_t \times a_t$, руб.	-3 221 040	2 809 056	3 054 848,4
ЧДД, руб.	-3 221 040	-411 984	2 642 864,4

Поскольку ЧДД положительный, инвестиции во внедрение BIM-технологии взамен CAD-технологий можно считать эффективными.

Выводы

В результате проделанной работы было выполнено сравнение прибыли проектной организации при использовании CAD-технологий проектирования и после внедрения BIM-технологий.

Объем инвестиций в новое программное обеспечение и обучение персонала составил 2 786 600 руб.

В результате повышения производительности было получено увеличение заработной платы и увеличение прибыли организации. Чистый дисконтированный доход за три года составил 2 642 864 руб.

Конечно, было бы интересно провести подобный анализ для других регионов, например, Москвы. Но, думается, принципиальный результат будет таким же – внедрение технологии BIM экономически выгодно и при правильной работе окупается уже на ранней стадии.

Conclusions

As a result of the done work comparison of profit of the design organization at use of CAD-technologies of designing and after introduction of BIM-technologies has been executed.

By calculations it is shown that introduction of BIM-technology has economic efficiency and at correct work pays off already at an early stage.

Литература

1. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM Handbook. John Wiley & Sons, 2008.
2. Теличенко В.И., Павлов А.С. Описание предметной области строительства в информационных технологиях. МГСУ. http://www.mtu-net.ru/pavlov/Articles/Artic_07.html
3. <http://www.archicad.ru/products/archicad13/collaboration.html>
4. Талапов В.В. Информационная модель здания – опыт архитектурного применения. Архитектура и современные информационные технологии /AMIT:электрон. журн. 2008. 4(5).URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2008/4kvart08/Talapov/article.php>

5. Справочник базовых цен на проектные работы для строительства. Объекты жилищного и гражданского строительства. М., 2003.
6. Общие указания по применению Справочников базовых цен на проектные работы для строительства. М., 2002.
7. Письмо Минрегиона России от 13.07.2009 №21713-СК/08. Индексы изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ на 3 квартал 2009 года
8. Федеральный закон от 07.07.2003 № 117-ФЗ. О внесении изменений и дополнений в часть вторую налогового кодекса Российской Федерации и некоторые другие законодательные акты российской федерации, а также о признании утратившими силу некоторых законодательных актов (положений законодательных актов) Российской Федерации.
9. <http://www.sapruniversity.ru/progr/>
10. Возврат инвестиций в технологию BIM
http://images.autodesk.com/emea_apac_main/files/revit_bim_roi_jan07.pdf
11. Айтмухаметова И.Р., Косинов Е.В.. Экономический раздел в дипломном проекте Методические указания для студентов специальностей 270114 «Проектирование зданий» и 270303 «Реставрация и реконструкция архитектурного наследия». НГАСУ, Новосибирск, 2007

References (Transliterated)

1. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM Handbook. John Wiley & Sons, 2008.
2. Telichenko V.I., Pavlov A.S. Opisaniye predmetnoj oblasti stroitel'stva v informacionnyh tehnologijah. MGSU. http://www.mtu-net.ru/pavlov/Articles/Artic_07.html
3. <http://www.archicad.ru/products/archicad13/collaboration.html>
4. Talapov V.V. Informacionnaja model' zdanija – opyt arhitekturnogo primeneniya. Arhitektura i sovremennye informacionnye tehnologii /AMIT:jelektron. zhurn. 2008. 4(5).
<http://www.marhi.ru/AMIT/2008/4kvart08/Talapov/article.php>
5. Spravochnik bazovyh cen na proektnye raboty dlja stroitel'stva. Ob#ekty zhiliwnogo i grazhdanskogo stroitel'stva. M., 2003.
6. Obvie ukazaniya po primeneniju Spravochnikov bazovyh cen na proektnye raboty dlja stroitel'stva. M., 2002.
7. Pis'mo Minregiona Rossii ot 13.07.2009 №21713-SK/08. Indeksy izmenenija smetnoj stoimosti proektnyh i izyskatel'skih rabot na 3 kvartal 2009 goda
8. Federal'nyj zakon ot 07.07.2003 № 117-FZ. O vnesenii izmenenij i dopolnenij v chast' vtoruju nalogovogo kodeksa Rossijskoj Federacii i nekotorye drugie zakonodatel'nye акты rossijskoj federacii, a takzhe o priznanii utrativshimi silu nekotoryh zakonodatel'nyh aktov (polozhenij zakonodatel'nyh aktov) Rossijskoj Federacii.
9. <http://www.sapruniversity.ru/progr/>

10. Vozvrat investicij v tehnologiju BIM

http://images.autodesk.com/emea_apac_main/files/revit_bim_roi_jan07.pdf

11. Ajtmuhametova I.R., Kosinov E.V.. Jekonomicheskiy razdel v diplomnom proekte Metodicheskie ukazaniya dlja studentov special'nostej 270114 «Proektirovanie zdaniij» i 270303 «Restavracija i rekonstrukcija arhitekturnogo nasledija». NGASU, Novosibirsk, 2007

ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ

И. М. Козлов

Архитектор, кафедра Архитектурного проектирования зданий и сооружений,
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
Новосибирск, Россия

e-mail: talapoff@yandex.ru

DATA ABOUT THE AUTHOR

I. Kozlov

Architect, Chair of Architecture and Building Design, Novosibirsk State University of Architecture
and Civil Engineering (Sibstrin), Novosibirsk, Russia

e-mail: talapoff@yandex.ru