

# СПИСОК ТЕМ КУРСОВЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ 2-ГО КУРСА ФИЗФАКА МГУ

## ВЫСШАЯ ЛИГА

*К.Э. Плехотников*

Предлагаемые темы предназначены для освоения студентами современного спектра информационных технологий получения новых знаний в лице методологий математического моделирования, вычислительного эксперимента и программирования. Большинство приведенных ниже тем курсовых работ опубликованы в учебном пособии “Методы разработки курсовых работ...” под редакцией *К.Э. Плехотникова*<sup>1</sup>. Данное учебное пособие включает компакт-диск с наиболее удачными реализациями тем курсовых работ студентов прошлых лет. Учебное пособие наиболее полно отвечает целям разработки студентами курсовых работ и может быть получено в библиотеке МГУ (университет закупил 120 экземпляров учебника).

Темы курсовых работ разбиты на два больших списка: *первая лига* и *высшая лига*. Различие между ними проявляется в том, что темы курсовых работ из высшей лиги либо более неоднозначны, чем это имеет место в темах первой лиги, либо требуют специальных знаний, которые у студентов младших курсов еще отсутствуют, но могут быть получены самостоятельно. Каждая тема списка предполагает ряд этапов: разработку некоторой небольшой математической модели, этап программирования и, наконец, этап вычислительного эксперимента. Курсовая работа включает построение математической модели и проведение серии вычислений, иллюстрирующих виртуальную реальность данной математической модели. Некоторое представление о виртуализации физической реальности можно получить на примере анимации физических процессов представленных, например, на Интернет-ресурсе<sup>2</sup>. Вычислительный эксперимент рекомендуется проводить на базе таких программных ресурсов, как MATLAB<sup>3</sup>, C/C++<sup>4</sup>,

---

<sup>1</sup> *Плехотников К.Э., Волков Б.И., Задорожный С.С., Антонюк В.А., Терентьев Е.Н., Белинский А.В.* Методы разработки курсовых работ. Моделирование, вычисления, программирование на C/C++ и MATLAB, виртуализация, образцы лучших студенческих курсовых работ. Учебное пособие/ Под общ. ред. *К.Э. Плехотникова*. — М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. 320с. (Серия “Библиотека студента”).

<sup>2</sup> <http://physics.nad.ru/Physics/Cyrilic/index.ru>

<sup>3</sup> *Мартынов Н.Н.* Введение в MATLAB 6. — М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2002. 352с.; *Дьяконов В.П.* MATLAB 6/6.1/6.5+Simulink 4/5. Основы применения. Полное руководство пользователя. — М.: СОЛОН-Пресс, 2002. 768с.; *Мэтьюз Дж.Г., Финк К.Д.* Использование MATLAB. — М.: Издательский дом “Вильямс”, 2001. 720с.; <http://matlab.exponenta.ru>; *Антонюк В.А., Задорожный С.С., Иванов А.П., Мартынов Н.Н.* Программирование. Уч. пособие для студентов 1 и 2 курсов. — М.: Физический факультет МГУ, 2000. 152с.

<sup>4</sup> *Шилдт Г.* Полный справочник по С. — М.: Издательский дом “Вильямс”, 2002. 704с.; *Шилдт Г.* Самоучитель С++. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002. 688с.; *Лафоре Р.* Объектно-ориентированное программирование в С++. Классика Computer Science. — СПб.: Питер, 2003. 928с.; *Березин Б.И., Березин С.Б.* Начальный курс С и С++. — М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2001. 288с.; *Мартынов Н.Н.* Программирование для Windows на C/C++. Том.1. — М.: ООО “Бином-Пресс”, 2004. 528с.; *Антонюк В.А., Задорожный С.С., Иванов А.П., Мартынов Н.Н.* Программирование. Уч. пособие для студентов 1 и 2 курсов. — М.: Физический факультет МГУ, 2000. 152с.

Win32 API<sup>5</sup>, MFC<sup>6</sup>, Visual C++<sup>7</sup>, Qt<sup>8</sup>, компьютерная графика на базе OpenGL<sup>9</sup>, VRML<sup>10</sup>. Есть и более специализированные программные средства моделирования: отечественный пакет AnyLogic<sup>11</sup> для целей имитационного моделирования, средство LabVIEW<sup>12</sup> для моделирования виртуальных приборов и ряд других. Темы курсовых работ разделены по сложности (в пределах и первой, и высшей лиги), на которую указывают звездочки: одна звезда — сложная тема курсовой работы, две звезды — очень сложная тема курсовой работы.

Любая предметная область исследования может быть описана множеством математических моделей. Студентам необходимо конкретно ознакомиться с этой множественностью и выбрать одну-единственную модель, которая, с одной стороны, проста, с другой, — все еще описывает основные черты данного явления или процесса. Многие темы являются намерено многозначными (в особенности для высшей лиги), что предполагает со стороны студентов определенную работу выбора тех или иных приближений.

\*\*\*\*\*

1. Смоделировать динамику солнечной системы<sup>13</sup>.
- 2\*. Построить траекторию движения космического корабля, направляющегося с Земли на Марс.
- 3\*\*. Построить оптимальную траекторию движения космического корабля, направляющегося с Земли на Марс.
- 4\*\*. Разработать ряд сценариев по дестабилизации глобальной динамики планет в солнечной системе.

---

<sup>5</sup> Верма Р.Д. Справочник по функциям Win32 API. — М.: Горячая линия–Телеком, 2005. 551с.; Саймон Р. Microsoft Windows API. Справочник системного программиста. — К.: ООО “ТИД“ДС”, 2004. 1216с.

<sup>6</sup> Шилдт Г. MFC: основы программирования. — К.: Издательская группа BHV, 1997. 560с.

<sup>7</sup> Поляков А.Ю. Методы и алгоритмы компьютерной графики в примерах на Visual C++. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002. 416с.; Грегори К. Использование Visual C++6. Специальное издание. — М.; СПб.; К.: Издательский дом “Вильямс”, 2002. 864с.; Глушаков С.В., Коваль А.В., Черепнин С.А. Программирование на Visual C++. — М.: ООО “Издательство АСТ”; Харьков: “Фолио”, 2003. 726с.; TeachPro. Программирование на MS Visual C++. — М.: Мультимедиа Технологии и Дистанционное Обучение, 2004. 432с.

<sup>8</sup> Бланиет Ж., Саммерфилд М. Qt 4: Программирование GUI на C++. — М.: “КУДИЦ-ПРЕСС”, 2008. 736с.; Шлее М. Qt 4.5 Профессиональное программирование на C++. — СПб.: “БХВ-Петербург”, 2010. 896с.

<sup>9</sup> Тихомиров Ю.В. OpenGL. Программирование трехмерной графики. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002. 304с.; Эйнджел Э. Интерактивная компьютерная графика. Вводный курс на базе OpenGL. — М.: Издательский дом “Вильямс”, 2001. 592с.

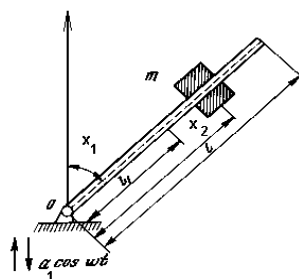
<sup>10</sup> Аврамова О.Д. Язык VRML. Практическое руководство. — М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2000. 288с.; Diel S. Distributed Virtual Worlds. Foundations and Implementation Techniques Using VRML, Java, and CORBA. — Berlin: Springer, 2001. 166р.

<sup>11</sup> Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic5. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 400с.

<sup>12</sup> Тревис Дж. LabVIEW для всех. — М.: ДМК Пресс: ПриборКомплект, 2005. 544с.

<sup>13</sup> Гребеников Е.А., Рябов Ю.А. Резонансы и малые знаменатели в небесной механике. — М.: Наука, 1978. 128с.; Альвен Х., Аррениус Г. Эволюция солнечной системы. — М.: Мир, 1979. 512с.

5. Построить численную модель образования звездного скопления со спиральными рукавами.
- 6\*. Осуществить техническую реконструкцию полета американских космонавтов на Луну. Экспедиция, как известно, состоялась 16 июля 1969г., космический корабль “Аполлон-11” был выведен на орбиту ракетоносителем “Сатурн-5” и т.д.
7. Смоделировать рождение звезды из космического протовещества.
8. Изучить странное поведение “маятника” Челомея<sup>14</sup>. На прямой вертикальный стержень, имеющий одну шарнирную опору внизу, надета шайба с отверстием, диаметр которого несколько больше диаметра стержня. Под действием силы тяжести шайба падает. Однако, если придать шарнирной опоре этого стержня вертикальные колебания, шайба не падает, а остается почти в неподвижном положении на стержне, как бы в невесомости, стержень при этом стоит почти вертикально.

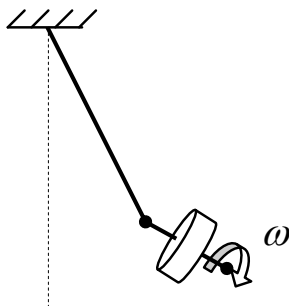


Для описания маятника Челомея использовать уравнения вида

$$(I_0 + I_1 + mx_2^2)x''_1 + 2mx'_1x'_2 + (k_1/\omega)x'_1 - (M\ell_1 + mx_2)(g/\omega^2 - a \cos \tau) \sin x_1 = 0,$$

$$x''_2 + (k_2/\omega)x'_2 - x_2x'^2_1 + (g/\omega^2 - a \cos \tau) \cos x_1 = 0.$$

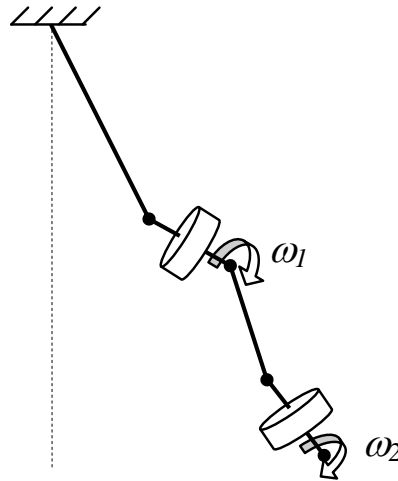
- 9\*. Построить математическую модель и представить движение гироскопического маятника<sup>15</sup>.



- 10\*\*. Построить математическую модель и представить движение двойного гироскопического маятника, внешний вид которого представлен на рисунке.

<sup>14</sup> Широнос В.Г. Резонанс в физике, химии и биологии. — [www.ikar.udm.ru/sb22.htm](http://www.ikar.udm.ru/sb22.htm), с.12 — 13.

<sup>15</sup> Хайкин С.Э. Физические основы механики. — М.: Гл. ред. физ.-мат. лит.изд-ва “Наука”, 1971 (Гироскопы — стр.450).



11. Изучить движение пары взаимодействующих масс  $m_1, m_2$ , подчиняющихся закону запаздывающего потенциала по П.Герберу<sup>16</sup>:

$$F = -\gamma \frac{m_1 m_2}{r^2} \left[ 1 - \frac{3}{c^2} \left( \frac{dr}{dt} \right)^2 + \frac{6r}{c^2} \frac{d^2 r}{dt^2} \right],$$

где  $c$  — скорость света — скорость взаимодействия,  $r$  — расстояние между парой масс,  $\gamma$  — гравитационная постоянная.

- 12\*. В истории физики известно множество проектов так называемых вечных двигателей, Perpetuum mobile. Например на сайте<sup>17</sup> представлено более 100 такого рода проектов. Построить генератор проектов вечных двигателей.
13. Рассчитать критический размер ядерного реактора в форме шара, куба и пирамиды путем прямой имитации распада ядер  $U^{235}$  и образования цепной реакции.
14. Построить модель сообщества бактерий и бактериофагов. Бактериофаги или вирусы бактерий способны специфически поражать бактериальную клетку, репродуцироваться в ней и вызывать ее растворение.
15. Исследовать численно уравнения простейшего гиперцикла<sup>18</sup> порядка три ( $n=3$ ) на предмет существования нетривиального состояния равновесия. Согласно<sup>18,с.118</sup>, уравнения описывающие динамику каталитического гиперцикла выбирались в следующем виде:

$$\dot{x}_1 = k_1 x_1 - \frac{x_1}{c_0} \left[ k_1 x_1 + \sum_{j=2}^n (k_j x_j + k'_j x_j x_{j-1}) \right],$$

$$\dot{x}_i = k_i x_i + k'_i x_i x_{i-1} - \frac{x_i}{c_0} \left[ k_1 x_1 + \sum_{j=2}^n (k_j x_j + k'_j x_j x_{j-1}) \right],$$

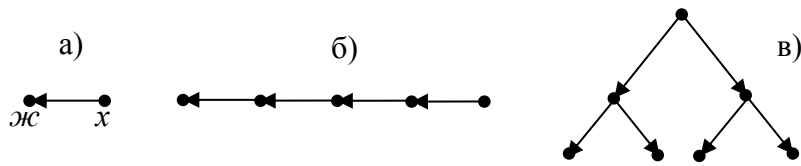
где  $i = 2, 3, \dots, n$ ;  $x_i = c_i / c_0$ ,  $0 \leq x_i \leq 1$ ,  $i = 1, \dots, n$ .

<sup>16</sup> <http://bourabai.narod.ru/index.htm>

<sup>17</sup> <http://pm.far-for.net/>

<sup>18</sup> Эйген М., Шустер П. Гиперцикл. Принципы самоорганизации макромолекул. — М.: Мир, 1982. 270с.

16. Построить численную математическую модель биосистемы, состоящую из некоторого набора видов. Считается, что каждый из видов может быть либо хищником, либо жертвой<sup>19</sup>. Рассмотреть следующие три биосистемы.



17. Описать ансамбль планктнеров,двигающихся в водной среде и преследующих друг друга<sup>19</sup>.

18\*. Численно изучить эффект преследования-убегания на примере пары видов: одного хищника ( $u$ ) и одной жертвы ( $v$ ). Использовать решения следующей системы уравнений<sup>19</sup>.

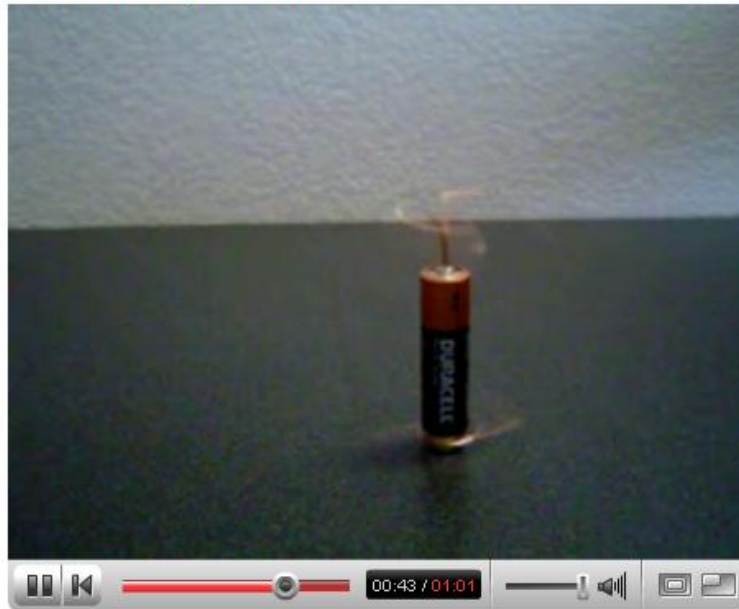
$$\frac{\partial u}{\partial t} + \lambda_1 \frac{\partial}{\partial x} \left( u \frac{\partial v}{\partial x} \right) = 0,$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} - \lambda_2 \frac{\partial}{\partial x} \left( v \frac{\partial u}{\partial x} \right) = 0.$$

19. Смоделировать движение амебы по твердой поверхности с помощью виртуальных псевдоподий.

20. Смоделировать работу монополярного двигателя (Homopolar Motor<sup>20</sup>).

### 3 Part Homopolar Motor

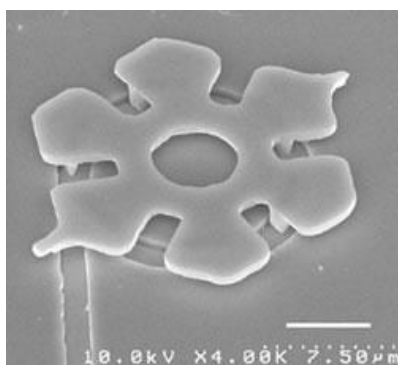


21. Смоделировать бактериальный двигатель<sup>21</sup>. Двигатель, в котором вращение “шестеренки” осуществляют бактерии.

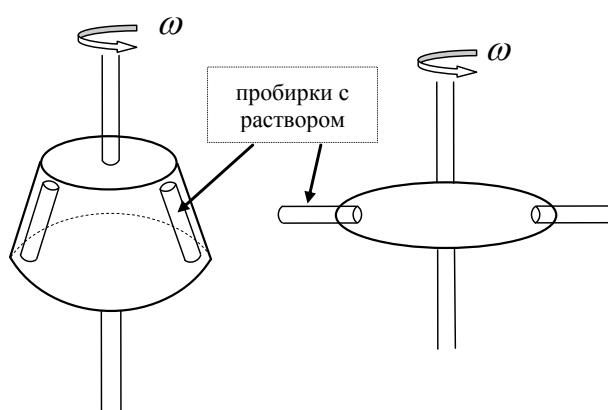
<sup>19</sup> Плехотников К.Э. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Методология и практика. — М.: Эдиториал УРСС, 2003. 282с.

<sup>20</sup> <http://www.youtube.com/watch?v=3aPQqNt15-o&mode=related&search=>

<sup>21</sup> <http://news.ferra.ru/hard/2006/09/01/61835/>



- 22\*. В рамках темы морфогенеза (формообразования)<sup>19</sup> построить модель роста одномерной ткани в рамках подхода “растущий континуум”.
- 23\*. Построить модель кровообращения в мозгу человека<sup>22</sup>, представляя гемодинамику в виде тока набора дискретных объектов (эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов и др.).
- 24\*. Построить модель разрушения человеческого организма под действием неконтролируемого роста раковых опухолей.
25. Построить математическую модель, а также изобразить известную в биологии процедуру центрифугирования<sup>23</sup> раствора с целью разделения фракций.

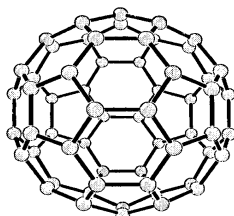


26. Смоделировать на компьютере работу участкового терапевта. Программа на различного рода жалобы пациентов должна предлагать те или иные лечебные мероприятия (лекарства, процедуры и пр.).
- 27\*. Выработать перечень вопросов и критерий, который смог бы различить программу-терапевт от живого врача-терапевта (тест А. Тьюринга).
- 28\*. В психологии для изучения внутренней жизни человека используют тест Роршаха. Испытуемым показывают в произвольном порядке чернильные кляксы, по одной на карточке, и просят сказать, что они напоминают. Смоделировать процесс выбора пятен и процесс опознания их виртуальным испытуемым.

<sup>22</sup> Ашметков И.В., Буничева А.Я., Мухин С.И., Соколова Т.В., Соснин Н.В., Фаворский А.П. Математическое моделирование гемодинамики в мозге и в большом круге кровообращения/ Компьютер и мозг. Новые технологии. — М.: Наука, 2005. С.39 — 99.

<sup>23</sup> Кольман Я., Рем К.-Г. Наглядная биохимия. — М.: Мир, 2000. 469с.

29. При переводах древних текстов с одного языка на другой возникает проблема потери или деформации смысла текста. На примере небольшой библейской книги *Екклесиаста* или *проповедника* постройте генератор текстов *Екклесиастов*, каждый из вариантов которого передает исходный смысл.
- 30\*. Сформулируйте критерий отбора варианта текста *Екклесиаста*, обладающего максимальным экспрессивным воздействием.
- 31\*. Основываясь на современных представлениях о морфологии волшебной сказки<sup>24</sup>, постройте генератор сказок.
- 32\*. Построить генератор покимонов (“покимон” — rocket monstr) в одной из областей: история, политика, экономика, социология, биология и пр.
33. Смоделировать работу известной во времена Второй мировой войны шифровальной машины “Энигма”, широко используемой для координации военных действий Германии на море, а также процедуру ее взлома с помощью априорной информации типа часто повторяющихся ключевых слов, например, “прогноз погоды на ночь” и пр.
34. В рамках метода молекулярной динамики<sup>19</sup> смоделировать фрагмент кристалла простой кубической симметрии, находящегося при некоторой температуре.
- 35\*. В рамках метода молекулярной динамики<sup>19</sup> смоделировать процесс термогеометрической динамики сложной молекулы.
- 36\*. Используя методы молекулярной динамики, постройте фуллерен  $C_{60}$ <sup>25</sup>, примерный вид которого приведен ниже.



- 37\*\*. Построить модель углеродной “луковицы” (ониона) — системы концентрических фуллеренов<sup>26</sup>.
- 38\*. Построить модель нанотрубки<sup>27</sup>.
- 39\*. Построить молекулярный наноавтомобиль<sup>28</sup>.

<sup>24</sup> *Пропт В.Я.* Морфология волшебной сказки. — М.: Издательство “Лабиринт”, 2001. 192с.

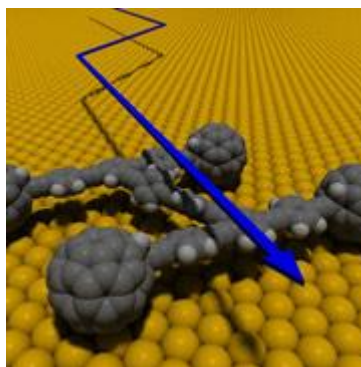
<sup>25</sup> *Елецкий А.В., Смирнов Б.М.* Фуллерены и структура углерода.// УФН. 1995. № 9. С.976 — 1009; Фуллерены: Учебное пособие/ *Л.Н.Сидоров, М.А.Юрковская, А.Я. Борщевский* и др. — М.: Изд-во “Экзамен”, 2005. 688с..

<sup>26</sup> *Захарова Г.С., Волков В.Л., Ивановская В.В., Ивановский А.Л.* Нанотрубки и родственные наноструктуры оксидов металлов. — Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 241с.

<sup>27</sup> *Андреевский Р.А., Рагуля А.В.* Наноструктурные материалы. — М.: Издательский центр “Академия”, 2005. 192с.

<sup>28</sup> <http://membrana.ru/lenta/?5263>





- 40\*. Спроектировать нанопроцессор и смоделировать его работу.
- 41\*. Разработать спектр наносенсоров для мониторинга окружающей среды или организма человека. Смоделировать работу наносенсоров.
42. Описать глобальную динамику атмосферы, считая, что она состоит из двух воздушных масс — Северного и Южного полушарий<sup>19</sup>.
- 43\*. Построить модель глобального похолодания — потепления на Земле (см., например, модель вида<sup>29</sup>).
- 44\*. Провести виртуальное моделирование климата Северного полушария после осуществления экотехнотриллера “Перекрытие Берингово пролива”<sup>30</sup>.
- 45\*. В СССР на полигоне Новая Земля проводились испытания в атмосфере термоядерного оружия повышенной мощности. По некоторым данным известно, что в одном из испытаний максимальная мощность боеприпаса составляла 60 мегатонн. Построить модель взрыва термоядерной бомбы в атмосфере и оценить радиус ее поражения.
46. Трехступенчатая твердотопливная баллистическая ракета “Тополь-М” (РС-12М) запускается с самоходной пусковой установки в окрестности космодрома “Плесецк” и в назначенное время поражает цель на полигоне “Кура” на Камчатке. Смоделировать движение всех трех ступеней ракеты и ее боевой части.

Летно-технические характеристики комплекса “Тополь-М”: длина ракеты (вместе с головной частью) — 22,7 м., диаметр — 1,95 м., стартовый вес — 47,2 т., боевая нагрузка — 1,2 т., дальность полета — более 10 тыс. км.

---

<sup>29</sup> *Сорохтин О.Г.* Бактериальная природа оледенения Земли// Вестник РАН. 2005. Т.75, №12. С.1107 — 1122.

<sup>30</sup> *Авакян А., Ромашков Е.* Проекты близкого и далекого будущего. — М.: Географиздат, 1961. 112с.





47. Атомный ракетный крейсер Северного флота “Дмитрий Донской” проекта 941 “Тайфун” произвел запуск трехступенчатой межконтинентальной баллистической ракеты “Булава” (SS-NX-30 — по классификации НАТО) из акватории Белого моря. В назначенное время имитатор ядерного блока достиг цели на полигоне “Кура” на Камчатке. Смоделировать движение трех ступеней ракеты и всех ее боевых блоков, включая ложные.

Летно-технические характеристики комплекса “Булава”: длина ракеты (с боевой частью) — 12,1 м., максимальный диаметр 2 м., стартовый вес — 36,8 т., масса первой ступени — 18,6 т., забрасываемый вес — 1150 кг., число боеголовок — 6.



48\*. С полигона в Оренбургской области успешно завершён учебно-боевой пуск межконтинентальной баллистической ракеты РС-20В (“Воевода”, “Клинок Армагеддона” или SS-18 “Сатана” — по классификации НАТО). В назначенное время имитатор ядерного блока достиг цели на полигоне “Кура” на Камчатке. Смоделировать движение трех ступеней ракеты и всех ее боевых блоков, включая ложные при активном противодействии средств ПВО.

Летно-технические характеристики супер-тяжелой ракеты SS-18, предназначенной для массированного ядерного удара по территории противника: максимальная дальность полета — 10 тыс. км., стартовый вес — 211 т., масса головной части — 8,8 т. Боевой блок включает 10 ядерных разделяющихся боеголовок индивидуального наведения общей мощностью 2,4 Мт.



49\*. Основное вооружение ракетного подводного крейсера проекта 949А (шифр “Антей”)<sup>31</sup> — 24 сверхзвуковые крылатые ракеты комплекса “Гранит”. Крылатая ракета, снаряжаемая как ядерной (500 Кт), так и фугасной боевыми частями массой 750 кг, оснащена маршевым турбореактивным двигателем с кольцевым твердотопливным ракетным ускорителем. Максимальная дальность стрельбы 550 км, максимальная скорость соответствует  $M = 2,5$  на большой высоте и  $M = 1,5$  — на малой. Стартовая масса ракеты — 7000 кг, длина — 19,5 м, диаметр корпуса — 0,88 м, размах крыла — 2,6 м. Ракеты могут выстреливаться как одиночно, так и залпом (до 24 ракет). В последнем случае осуществляется целераспределение в залпе. Сверхзвуковая скорость и сложная траектория полета, высокая помехозащищенность радиоэлектронных средств и наличие специальной системы отвода зенитных и авиационных ракет противника обеспечивают “Граниту” при стрельбе полным залпом относительно высокую вероятность преодоления систем ПВО и ПРО авианосного соединения. Разработать и смоделировать сценарий целераспределения в залпе 24 крылатых ракет комплекса “Гранит” для уничтожения группы кораблей противника во главе с авианосцем.

50\*\*. С точки зрения динамики атмосферы рассмотреть последствия военного конфликта между государствами с неограниченным использованием имеющихся запасов термоядерного оружия<sup>32</sup>.

51. Разработчики Центра космических полетов им. Маршалла, который входит в состав NASA<sup>33</sup>, создали модель аппарата, предназначенного для защиты Земли от потенциально опасных космических объектов. NASA создало специальные корабли-перехватчики, которые, возможно, будут использоваться для отклонения траектории астероидов, что будут направляться к Земле. На борту таких аппаратов специалисты планируют размещать до шести мощных ядерных боеголовок, которые будут поочередно выпускаться в направлении цели, отбрасывая при этом объект на другую траекторию. Смоделировать процесс защиты Земли от потенциально опасных объектов в рамках данного сценария.

<sup>31</sup> <http://www.aprk-omsk.ru/podvodnyie-lodki/proekt-949a-otsenka-effektivnosti-i-perspektivy-2.html>

<sup>32</sup> Стратегическое ядерное вооружение России/ Под редакцией П.Л. Подвига. — М.: ИздАТ, 1998. 492с.

<sup>33</sup> <http://www.utro.ru/news/2007/08/10/670590.shtml>

52\*. В рамках численного решения уравнения Бюргера  $u_t + u u_x = \mu u_{xx}$  изучить опрокидывание волнового фронта и образование ударной волны<sup>34</sup>.

53\*. Изучить динамику уединенных волн на примере численного решения кубического уравнения Шредингера  $i u_t + u_{xx} + \mu |u|^2 u = 0$ <sup>34</sup>.

54\*. Изучить динамику уединенных волн на примере численного решения уравнения sin-Гордона  $u_{tt} - u_{xx} + \sin u = 0$ <sup>34</sup>.

55. Численно изучить хаотическое поведения динамических величин на примере модели Лоренца. Построить странный аттрактор Лоренца. Как известно (см., например,<sup>35</sup>), модель Лоренца описывается тремя неизвестными  $(x, y, z)$ , связанными системой уравнений следующего вида.

$$\dot{x} = \alpha(y - x),$$

$$\dot{y} = -xz + \beta x - y,$$

$$\dot{z} = xy - \delta z.$$

56\*. Изучить численно математическую модель (брюсселятора) химической реакции с диффузией в случае учета двух переменных  $(u, v)$ , описывающих концентрации этих веществ<sup>35,36</sup>.

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a - (b + 1)u + u^2 v + D_1 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = bu - u^2 v + D_2 \frac{\partial^2 v}{\partial x^2}.$$

57. Смоделировать процесс разрушения башен торгового центра в Нью-Йорке, произошедших после атаки террористов в сентябре 2001г.

58. Построить модель динамики города Москвы в течение XX века и дать прогноз на XXI век.

59\*. Пусть на столе стоит стакан с водой. Стакан опрокидывается и вода выливается. Смоделировать динамику процесса.

60. Построить модель жребия, осуществляемого с помощью подбрасывания монеты. Модель включает описание полета монеты, ее приземления на гладкую поверхность и определение исхода: “орел” либо “решка”.

61\*. Игральная шестигранная кость катится по столу и останавливается. Разработать модель процесса качения и определить номер выпавшей грани.



<sup>34</sup> Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. — М.: Изд-во “МИР”, 1977. 622с.

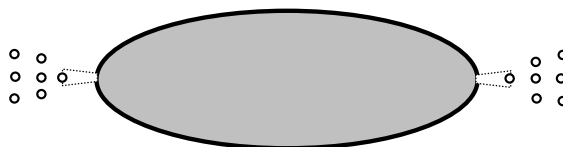
<sup>35</sup> Хакен Г. Синергетика. — М.: Изд-во “Мир”, 1980. 404с.

<sup>36</sup> Чуличков А.И. Математические методы нелинейной динамики. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2000. 296с.

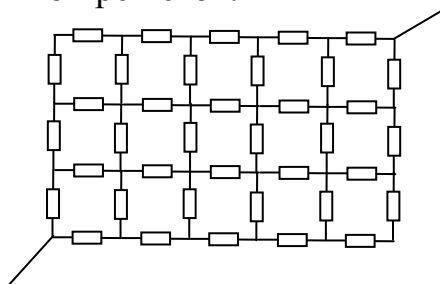
62. Тело кубической формы из абсолютно упругого материала с некоторой высоты падает на абсолютно упругую поверхность. Построить модель движения куба и визуализировать процесс.
- 63\*. Один из способов гадания состоит в том, что горячий воск выливают в воду. Образуются замысловатые различные фигурки. Смоделировать процесс.
64. Смоделировать процесс испарения некоторого трехмерного объекта.
65. Представьте сосуд с газом. Газ обладает некоторой температурой и имеет место термодинамическое равновесие. Смоделировать действия так называемого “демона Максвелла”<sup>37</sup>, который нарушает второе начало термодинамики. Распорядиться действием  $n$  ( $n=1,2,\dots$ ) демонов так, чтобы они предельно нарушали второе начало термодинамики.
- 66\*. Численно изучить явление остановки фронта тепловой волны при коэффициенте теплопроводности степенным образом зависящем от температуры<sup>38</sup>. Математическая модель сводится к численному изучению следующего уравнения.

$$\frac{\partial T}{\partial t} = k \frac{\partial}{\partial x} \left( T^\sigma \frac{\partial T}{\partial x} \right)$$

67. Построить модель неустойчивой капли по отношению к собственному заряду. Неустойчивость (Рэлея) выражается в сбрасывании избыточного заряда путем эмиссии высокодисперсных сильно заряженных дочерних капелек<sup>39</sup>.



68. На примере решетки электрических сопротивлений с помощью метода Монте-Карло рассчитать так называемый перколяционный порог. Считается, что с вероятностью  $1-p$  произвольное сопротивление в электрической решетке может отсутствовать. Определить минимальную вероятность  $p_c$  — перколяционный порог, такую, что, если  $p > p_c$  проводимость в цепи есть, если  $p < p_c$  — она отсутствует. Рассчитать  $p_c$  для квадратной и треугольной решеток.



<sup>37</sup> Поплавский Р.П. Термодинамика информационных процессов. — М.: Наука, 1981.

<sup>38</sup> Режимы с обострением. Эволюция идеи. — М.: Наука, 1999.

<sup>39</sup> Григорьев А.И. Капиллярные электростатические неустойчивости/  
<http://journal.issep.rssi.ru/page.php?year=2000&number=6&page=37>

69. Смоделировать динамику плазмы в тороидальном магнитном поле.
- 70\*. Смоделировать солнечный протуберанец.
71. Некоторые древние греки считали, что атомы должны быть совершенными геометрическими фигурами. Построить модель газа, состоящего из атомов треугольной формы. Треугольники считать равносторонними и одинаковыми.
72. Прибрежные морские или океанские волны обтачивают камни так, что они приобретает характерный вид гальки. Описать процесс обтачивания, считая камни двухмерными объектами. Начальными формами камней выбрать треугольники.
- 73\*. Прибрежные морские или океанские волны обтачивают камни так, что они приобретает характерный вид гальки. Описать процесс обтачивания, выбирая в качестве начальных форм камней тетраэдры.
- 74\*. Рассчитать код поля-пространства-времени по уравнениям квантовой электродинамики в дискретном пространстве-времени<sup>19</sup>.
75. Смоделировать движение по поверхности сороконожки (примеры биоморфных машин приведены в<sup>40</sup>).
- 76\*. Построить модель, описывающую ходьбу человека по горизонтальной поверхности, а такжедвигающегося по лестнице вверх.
77. В классической йоге тело закаляют при помощи поз — асан. Согласно легенде<sup>41</sup>, бог Шива продемонстрировал 84000 поз сохранения молодости и здоровья. До наших дней дошли около 840 асан. Построить генератор всех возможных поз — асан.
- 78\*. Разработать контроллер, позволяющий человеку осуществлять различного рода маневры в воздухе с помощью реактивного двигателя за спиной.
- 79\*. Разработать контроллер работы гидравлики в типовом экскаваторе и визуализировать три сценария рытья: котлована, траншеи и карьера.



80. Построить образ буквы “А” в количестве  $10^{10}$  вариантов, при этом каждый образ должен быть узнан в качестве буквы “А”, а любая пара образов из набора должна быть различима и узнаваема.

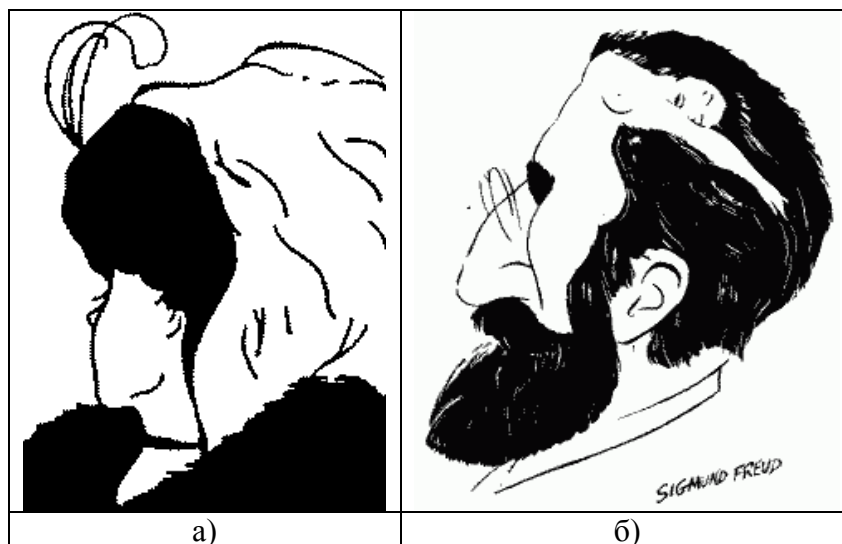
<sup>40</sup> [URL:http://www.beam-online.com/Robots/Gallerria\\_other/tilden.html](http://www.beam-online.com/Robots/Gallerria_other/tilden.html);

[URL:http://www.geocities.com/SouthBeach/6897/beam2.html](http://www.geocities.com/SouthBeach/6897/beam2.html);

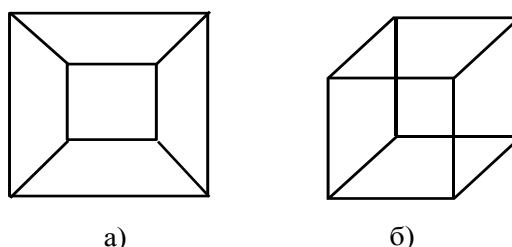
[URL:http://tnewton.solarbotics.net/robot2.html](http://tnewton.solarbotics.net/robot2.html); [www.biobloc.net](http://www.biobloc.net); Уорвик К. Наступление машин. — М.: МАИК “Наука/ Интерпериодика”, 1999. 240с.

<sup>41</sup> [http://worldmagic.fromru.com/yoga\\_a01.htm](http://worldmagic.fromru.com/yoga_a01.htm)

81. Построить модель образа кошки. Необходимо, чтобы образ кошки описывался  $n$  параметрами ( $n=1,2,\dots$ ). Величиной  $n$  распорядитесь самостоятельно.
82. Построить цифровую модель одной из частей лица человека (глаз, нос, губы, лоб и пр.)<sup>42</sup>.



- 83\*. Выше приведены примеры так называемых двойственных изображений<sup>43</sup>. В зависимости от точки зрения на рисунке а) можно увидеть либо девушку, либо старушку. Аналогично есть два образа на рисунке б), который условно можно назвать “комплекс Зигмунда Фрейда”. По аналогии с примерами “девушка-старушка”, “комплекс Зигмунда Фрейда” построить формировщик  $n$  произвольных изображений в одном.
- 84\*. В психологии известны различного рода оптические иллюзии<sup>43</sup>. Две из них приведены ниже. Если смотреть на рисунок а), то внутренний квадрат оказывается то на переднем, то на заднем планах. Аналогично в кубе на рисунке б) его задняя стенка становится передней и наоборот. Построить генератор такого рода иллюзий.



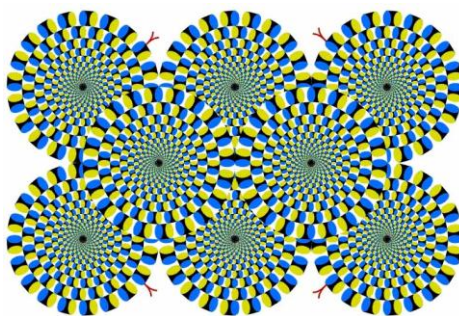
<sup>42</sup> Бриллиант К. Цифровая модель человека. — М.: Кудиц-Образ, 2004. 400с.

<sup>43</sup> Грегори Р.Л. Разумный глаз. — М.: Едиториал УРСС, 2003. 240с.;

<http://www.psy.msu.ru/illusion/>; <http://log-in.ru/dtSection/galleries>; Сикл Э. Оптические иллюзии: Галереи I — II, III — IV. — М.: ООО “Издательство АСТ”: ООО “Издательство Астрель”, 2004. 84с., 84с.



85\*. Постройте генератор динамических иллюзий. Пример динамической иллюзии приведен на рисунке ниже.

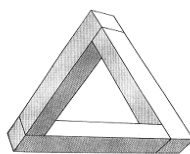


86\*\*. Построить динамическую иллюзию с осмысленным сюжетом.

87\*. Постройте оптическую иллюзию четырех и пятимерного куба.

88\*. Построить *трансформер* образов. Пусть есть  $n$  образов, например, при  $n=3$  берется образ человека, дракона и ангела. Добиться непрерывной трансформации одного образа в любой другой.

89\*. Построить трансформер возможных фигур в невозможные<sup>44</sup>. Пример невозможной фигуры под названием *трибар* приведен ниже.



90\*. В древнем Китае бытовала следующая притча<sup>45</sup>.

Чжуан Чжоу как-то увидел во сне, что он — бабочка. Весело порхая, наслаждался своим сном, не сознавая совершенно, что он — Чжуан Чжоу. Проснулся, осознал и удивился: то ли Чжуану Чжоу снилось, что он бабочка, то ли теперь бабочке снится, что она — старый Чжуан?

Эта притча является примером так называемого бесконечного рефлексивного вложения. Визуализировать это вложение на максимальную глубину.

91. Фасеточные или сложные глаза основной парный орган у стрекоз, мух, пчел и прочих насекомых. Описать оптическую систему фасеточного зрения и дать несколько сценариев-изображений того, что видит стрекоза, сидя на цветке.

92. Следуя<sup>46</sup>, обучить нейропроцессор Хопфилда  $\frac{du_i}{dt} = u_i - u_i^3 + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n w_{ij} u_j$  различать буквы **А**, **Б** и **В**, привлекая модель обучения вида

<sup>44</sup> <http://imp-world-r.narod.ru/articles/index.html>

<sup>45</sup> Лао Цзы. *Ле Цзы. Чжуан Цзы*. Мудрость древнего Китая. — М.: “Грантъ”, 2000. 224с.

<sup>46</sup> Чернавский Д.С. Синергетика и информация: Динамическая теория информации. — М.: Наука, 2001. 244с.



$\frac{dw_{ij}}{dt} = w_{ij}^{(0)} \left(1 - \frac{1}{2} \int_0^{\tau} (1 - u_i u_j) \varphi(t) dt\right)$ , где  $\varphi(t)$  — положительная, монотонно па-

дающая функция такая, что  $\int_0^{\infty} \varphi(t) dt \leq 1$ ,  $\tau$  — время обучения,  $w_{ij}^{(0)}$  —

начальные значения коэффициентов связи.

- 93\*. Обучить нейропроцессор Хопфилда<sup>47</sup> различать буквы **А**, **Б** и **В** на базе средств моделирования нейросетей в Matlab<sup>48</sup>.
94. Используя уравнение Ланжевена ( $mv' = -\gamma v + F$ ), описывающее движение броуновской частицы, и делая некоторые дополнительные предположения, построить модель футбольного матча.
- 95\*. Смоделировать жизнь муравейника. Модель должна включать питание, размножение и смерть особей<sup>49</sup>.
- 96\*\*. Изменить модель муравейника таким образом, чтобы в условиях угрозы для муравейника в целом, муравейник выстраивал особей в форме слова “КАРАУЛ”.
- 97\*\*. Смоделировать жизнь человеиника (термин “человеиник” введен А.А. Зиновьевым<sup>50</sup>). Модель должна включать питание, размножение и смерть людей.
98. Следуя Л.Н. Гумилеву, на базе генетического алгоритма<sup>51</sup> воспроизвести основные этапы зарождения, развития и угасания этносов.
99. Одним из аспектов глобализации является тенденция к разработке и внедрению личного идентификационного маркера-чипа (цифрового ангела<sup>52</sup>) для каждого человека. Если этот маркер связать с современной системой спутникового позиционирования (GPS, NAVSTAR, ГЛО-НАСС и пр.), то можно в перспективе говорить о создании одной из важнейших компонент системы политического мониторинга. На базе данного подхода разработать ряд сценариев политической дестабилизации, а также набор критериев по их идентификации в тех или иных регионах планеты.
100. Смоделировать динамику силы ансамбля акторов в глобальной политике с позиции силы<sup>19</sup>.
- 101\*. В рамках темы псифизики<sup>19,53</sup> на базе MATLAB\SIMULINK построить модель псиатома.

<sup>47</sup> Хопфилд Д. Нейронные сети и физические системы, проявляющие свойства коллективных вычислений/ Нейронные сети: история развития теории. Кн.5. — М.: ИПЗЖР, 2001. С.753 — 765.

<sup>48</sup> Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети. Matlab 6. — М.: Диалог-МИФИ, 2002. 496с.

<sup>49</sup> <http://www.hizone.info/index.cgi?d=2005-05-10>

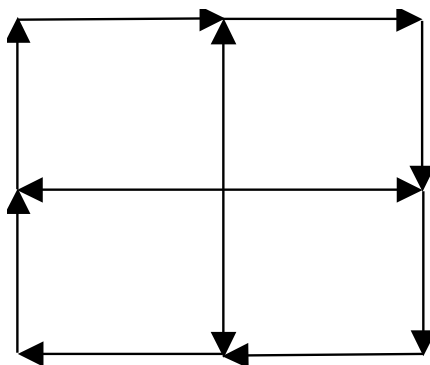
<sup>50</sup> Зиновьев А.А. Глобальный человеиник. — М.: Торгово-издательское объединение “Центрполиграф”, 1997. 458с.

<sup>51</sup> <http://www.library.biophys.msu.ru/mce/20021505.htm>

<sup>52</sup> [www.pcnews.biz/text/321](http://www.pcnews.biz/text/321)

<sup>53</sup> Группа “ПСИГМА”. Основы психорезонансной электронной технологии “переключай волей”. — М.: КомКнига, 2005. 200с.

102\*\*. В рамках темы псифизики<sup>19,53</sup> осуществить расчет властно-волевой инфраструктуры следующего вида.



103\*\*. На базе модели псифизики<sup>19,53</sup> описать квантовый эффект Зенона<sup>54</sup>, согласно которому время распада нестабильной квантовой системы увеличивается, когда на ней фокусирует внимание оператор.

104\*. Показать расчетным путем номинальный, а не реальный статус такой международной организации как ООН<sup>19,55</sup>.

105. Следуя работам Медоуз с соавторами<sup>56</sup>, построить математическую модель глобальной динамики в терминах: “население”, “промышленный капитал”, “загрязнение”, “пахотные земли” и пр.

106\*. Смоделировать глобальную демографическую динамику в соответствии с решением уравнения вида:  $u_t = \alpha u^2 + (D_x u_x)_x + (D_y u_y)_y$ <sup>57</sup>. Оценить момент времени глобальной демографической трансформации.

107\*\*. В своих прогнозах некоторые финансовые аналитики<sup>58</sup> учитывают возможность резкого падения курса доллара по отношению к ряду других валют мира в среднесрочной перспективе. Разработать ряд математических сценариев такого падения с оценкой дат и масштабов. Провести моделирование каждого из сценариев.

<sup>54</sup> Misra B., Sudarshan E.C.G. The Zeno's paradox in quantum theory// J. Math. Phys., 1977, v.18, No.4, p.756 — 763; Ермаков В.Л. Возможная взаимосвязь квантовых информационных процессов и физики сознания/ Научный сессии МИФИ — 2000, 2001. Квантовые нейронные сети: Материалы рабочего совещания. — М.: МИФИ, 2001. С.93 — 97; Менский М.Б. Квантовые измерения и декогеренция. Модели и феноменология. — М.: Физматлит, 2001. 232с.

<sup>55</sup> Плохотников К.Э. О реальности и номинальности ООН. Опыт психодинамического моделирования/ Стратегии динамического развития России: единство самоорганизации и управления. Материалы Первой международной научно-практической конференции. Том.II. Часть 2-я. — М.: Изд-во “Проспект”, 2004. С.221 — 230.

<sup>56</sup> Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рэндерс Й., Беренс III В. Пределы роста. — М.: Изд-во МГУ, 1991.207с.; Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рэндерс Й. За пределами роста. Учебное пособие. — М.: Издательская группа “Прогресс”, “Пангея”, 1994. 304с.

<sup>57</sup> Белавин В.А., Капица С.П., Курдюмов С.П. Математическая модель демографических процессов с учетом пространственного распределения// ЖВМ и МФ. 1998. Т.38, №6. С.885 — 902.

<sup>58</sup> Кобяков А.Б., Хазин М.Л. Закат империи доллара и конец “Pax Americana”. — М.: “ВЕЧЕ”, 2003. 368с.

108. Построить имитационную экономическую модель общества, финансовая система которой основана на отрицательной ставке. В качестве прототипа взять модель С. Гезель<sup>59</sup>.

---

<sup>59</sup> Одно из описаний финансовой модели С. Гезель приводится в работе: *Кеннеди М. Деньги без процентов и инфляции*, <http://www.koob.ru/kennedy/>