

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)

На правах рукописи

*УДК 519.63*

Цыбулин Иван Владимирович

**РАЗРАБОТКА ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ  
ЗАДАЧИ ПЕРЕНОСА ИЗЛУЧЕНИЯ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКИХ УСКОРИТЕЛЕЙ**

**Черновик от 23 сентября 2015 г.**

Специальность 05.13.18 —

«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Диссертация на соискание учёной степени  
кандидата физико-математических наук

Научный руководитель:  
кандидат физико-математических наук  
Скалько Юрий Иванович

Москва — 2015

## Оглавление

	Стр.
<b>Введение . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>Глава 1. Оформление различных элементов . . . . .</b>	<b>9</b>
1.1 Форматирование текста . . . . .	9
1.2 Ссылки . . . . .	9
1.3 Формулы . . . . .	9
1.3.1 Ненумерованные одиночные формулы . . . . .	9
1.3.2 Ненумерованные многострочные формулы . . . . .	10
1.3.3 Нумерованные формулы . . . . .	11
<b>Глава 2. Длинное название главы, в которой мы смотрим на примеры того, как будут верстаться изображения и списки . . . . .</b>	<b>13</b>
2.1 Одиночное изображение . . . . .	13
2.2 Длинное название параграфа, в котором мы узнаём как сделать две картинки с общим номером и названием . . . . .	13
2.3 Пример вёрстки списков . . . . .	14
2.4 Пробелы . . . . .	15
2.5 Математика . . . . .	15
2.6 Кавычки . . . . .	15
2.7 Тире . . . . .	16
2.8 Дефисы и переносы слов . . . . .	16
2.9 Текст из панграмм и формул . . . . .	17
<b>Глава 3. Вёрстка таблиц . . . . .</b>	<b>21</b>
3.1 Таблица обыкновенная . . . . .	21
3.2 Таблица с многострочными ячейками и примечанием . . . . .	22
3.3 Параграф - два . . . . .	24
3.4 Параграф с подпараграфами . . . . .	24
3.4.1 Подпараграф - один . . . . .	24
3.4.2 Подпараграф - два . . . . .	24

<b>Заключение</b> . . . . .	<b>25</b>
<b>Список литературы</b> . . . . .	<b>26</b>
<b>Список рисунков</b> . . . . .	<b>31</b>
<b>Список таблиц</b> . . . . .	<b>32</b>
<b>Приложение А. Примеры вставки листингов программного кода</b> . . . .	<b>33</b>
<b>Приложение Б. Очень длинное название второго приложения, в котором продемонстрирована работа с длинными таблицами</b> . . . . .	<b>39</b>
Б.1 Подраздел приложения . . . . .	<b>39</b>
Б.2 Ещё один подраздел приложения . . . . .	<b>41</b>
Б.3 Очередной подраздел приложения . . . . .	<b>45</b>
Б.4 И ещё один подраздел приложения . . . . .	<b>45</b>

## Введение

**Актуальность и степень разработанности темы.** Перенос излучения является существенным процессом в задачах динамики высокотемпературной плазмы. Сильноточные разряды в установках на основе Z-пинчей являются мощными источниками рентгеновского излучения, которое может быть использовано, в частности, для экспериментального исследования процессов, протекающих в плазме с высокой плотностью и энергией. В астрофизике актуальной задачей является моделирование различных объектов, например, аккреционных дисков молодых звезд, квазаров, релятивистских струй и т. п. Для этих задач судить об адекватности математической модели можно сравнивая наблюдаемый спектр объекта со спектром, получаемым в численных расчетах. Перенос излучения важен и в метеорологии, так как он играет ключевую роль в атмосферном теплообмене и, как следствие, в формировании климата планеты.

Для задачи переноса излучения разработаны приближенные методы, учитывающие ту или иную симметрию (плоская, цилиндрическая или сферическая симметрия задачи), различные свойства коэффициента поглощения (приближения серой материи, оптически тонкого и оптически толстого слоя) и приближенные способы описания угловой зависимости излучения (приближение «вперед-назад», диффузионное приближение). Существенного упрощения можно достичь при условии локализации источников излучения, например, на границе расчетной области.

В ряде процессов, например, сильноточных разрядах в установках на основе Z-пинчей или динамике околозвездного вещества, допустимо использование приближенных методов расчета излучения. Однако, хотя приближенные методы адекватны в гидродинамическом моделировании, их результатов недостаточно для сравнения с имеющимися экспериментальными данными. В этом случае, как правило, применяют постобработку результатов гидродинамического моделирования с использованием более точного метода решения задачи переноса излучения.

Однако, с развитием вычислительной техники, в особенности, использованием графических ускорителей, становится возможным решать задачу переноса излучения в полноценной трехмерной постановке с достаточно подробным опи-

санием частотной и угловой зависимости решения. Задача переноса излучения обладает существенным запасом параллелизма, поскольку решения вдоль различных направлений и на различных частотах не зависят друг от друга. Привлекательным является также создание универсального программного блока, пригодного для работы совместно с различными существующими гидродинамическими программными комплексами. При этом существенно ограничивается свобода выбора таких параметров, как тип расчетной сетки, способ ее декомпозиции на вычислительные подобласти.

**Целью** данной работы являются:

1. Построение и исследование численных методов решения уравнения переноса.
2. Реализация полученных методов с использованием графических ускорителей.
3. Моделирование линейчатого спектра излучения звезды типа Т Тельца при наличии конического ветра.

Для достижения поставленных целей были решены следующие **задачи**:

1. На основании вариационного принципа Владимирова построен численный метод решения уравнения переноса излучения для произвольного базиса угловых функций.
2. Построена квадратурная формула для полусферы и разработан метод численного построения квадратурных формул продолжением по параметру.
3. Изучены вопросы сходимости метода для базиса из сферических функций и базиса из радиальных функций.
4. Создана параллельная реализация метода, использующая графический ускоритель.
5. Построен маршевый алгоритм решения уравнения переноса излучения для неструктурированных тетраэдральных сеток методом коротких характеристик.
6. Построен маршевый метод второго порядка и предложен способ монотонизации решения.
7. Показана корректность данного алгоритма в случае использования тетраэдральной сетки, удовлетворяющей условию Делоне.

8. Предложен алгоритм упорядочения для сеток, не удовлетворяющих условию Делоне. Предложено приложение алгоритма упорядочения для ярусно-параллельной формы графа зависимостей маршевого метода.
9. Построен распределенный метод для решения уравнения переноса излучения, использующий длинные характеристики, ограниченные расчетной подобластью.
10. Метод реализован в многопроцессорном MPI варианте, а также в варианте, использующем кластер из графических ускорителей.
11. Изучены вопросы ускорения и эффективности параллельной реализации.
12. Построена упрощенная локально-термодинамически равновесная математическая модель поглощения излучения околозвездным веществом, учитывающая доплеровский сдвиг частоты поглощения и различную заселенность уровней атома водорода.
13. По существующим результатам гидродинамического моделирования звезды типа Т Тельца проведен расчет спектра излучения в линии H- $\alpha$ .

#### **Научная новизна:**

1. Впервые был предложен вариационный метод для решения самосопряженного уравнения переноса излучения с базисом из радиальных угловых функций.
2. Впервые был предложен маршевый алгоритм для решения уравнения переноса на неструктурированной тетраэдральной сетке.
3. Предложена оригинальная распределенная многопроцессорная реализация метода длинных характеристик.

**Теоретическая и практическая значимость** Предложены и исследованы новые методы решения уравнения переноса излучения. Изучены вопросы распараллеливания предложенных методов. Получены фактические оценки скорости сходимости по пространственным и угловым переменным.

Предложенные алгоритмы упорядочения неструктурированных тетраэдральных сеток могут применяться для решения других стационарных гиперболических задач как конечно-разностными, так и конечно-объемными численными методами.

Разработанные программы возможно использовать в существующих гидродинамических программных комплексах, в том числе реализованных для кластерных вычислительных систем.

Работа выполнялась при поддержке проекта Министерства образования и науки РФ №3.522.2014/К «Исследование процессов, происходящих в веществе, и изменения его свойств при импульсном вводе энергии высокой плотности».

**Методология и методы исследования.** В основе численных методов лежат вариационный метод Рунге и различные сеточно-характеристические методы. Для решения систем линейных уравнений применяются как итерационный метод сопряженных градиентов, так и прямые методы разложения разреженной матрицы. В основе распределенного метода лежит принцип геометрической декомпозиции расчетной области. Анализ численной сходимости проводился на задачах, имеющих аналитическое решение.

**Основные положения, выносимые на защиту** соответствуют основным результатам диссертации, приведенным в заключении.

**Степень достоверности и апробация работы.** Основные результаты по теме диссертации изложены в 8 печатных изданиях [1–3], 2 из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК [1; 2], 5 — в тезисах докладов [4–8].

Основные результаты работы докладывались и получили одобрение на следующих научных конференциях:

1. 53-й научной конференции МФТИ «Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук», Долгопрудный, 2010.
2. 54-й научной конференции МФТИ «Проблемы фундаментальных и прикладных естественных и технических наук в современном информационном обществе», Долгопрудный, 2011.
3. 55-й научной конференции МФТИ «Проблемы фундаментальных и прикладных естественных и технических наук в современном информационном обществе», Долгопрудный, 2012.
4. 56-й научной конференции МФТИ «Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных наук в современном информационном обществе», Долгопрудный, 2013.
5. 57-й научной конференции МФТИ «Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных наук в области физики», Долгопрудный, 2014.

Основные результаты работы докладывались и получили одобрение на следующих семинарах:

1. Лаборатория математического моделирования нелинейных процессов в газовых средах, МФТИ, Москва, 2012.

2. Научная сессия VII школы по высокопроизводительным вычислениям, Университет Иннополис, Казань, 2015.
3. Лаборатория флюидодинамики и сейсмоакустики, МФТИ, Москва, 2015.
4. Институт автоматизации проектирования РАН, Москва, 2015.

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и двух приложений. Полный объём диссертации составляет 45 страниц с 3 рисунками и 7 таблицами. Список литературы содержит 49 наименований.



## Глава 1. Оформление различных элементов

### 1.1 Форматирование текста

Мы можем сделать **жирный текст** и *курсив*.

### 1.2 Ссылки

Сошлёмся на библиографию. Одна ссылка: [9, с. 54] [10, с. 36]. Две ссылки: [9; 10]. Много ссылок: [11–13, с. 54] [11–27]. И ещё немного ссылок: [28–40]. [41–49]

Сошлёмся на приложения: Приложение А, Приложение Б.2.

Сошлёмся на формулу: формула (1.1).

Сошлёмся на изображение: рисунок 2.2.

### 1.3 Формулы

Благодаря пакету *isomta*, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X одинаково хорошо воспринимает в качестве десятичного разделителя и запятую (3,1415), и точку (3.1415).

#### 1.3.1 Ненумерованные одиночные формулы

Вот так может выглядеть формула, которую необходимо вставить в строку по тексту:  $x \approx \sin x$  при  $x \rightarrow 0$ .

А вот так выглядит ненумерованная отдельностоящая формула с подстрочными и надстрочными индексами:

$$(x_1 + x_2)^2 = x_1^2 + 2x_1x_2 + x_2^2$$

При использовании дробей формулы могут получаться очень высокие:

$$\frac{1}{\sqrt{(2) + \frac{1}{\sqrt{2} + \frac{1}{\sqrt{2} + \dots}}}}$$

В формулах можно использовать греческие буквы:

$$\alpha\beta\gamma\delta\epsilon\zeta\eta\theta\iota\kappa\lambda\mu\nu\xi\pi\rho\sigma\tau\upsilon\phi\chi\psi\omega\Gamma\Delta\Theta\Lambda\Xi\P\Sigma\Upsilon\Phi\Psi\Omega$$

### 1.3.2 Ненумерованные многострочные формулы

Вот так можно написать две формулы, не нумеруя их, чтобы знаки равно были строго друг под другом:

$$\begin{aligned} f_W &= \min \left( 1, \max \left( 0, \frac{W_{soil}/W_{max}}{W_{crit}} \right) \right), \\ f_T &= \min \left( 1, \max \left( 0, \frac{T_s/T_{melt}}{T_{crit}} \right) \right), \end{aligned}$$

Выровнять систему ещё и по переменной  $x$  можно, используя окружение `alignedat` из пакета `amsmath`. Вот так:

$$|x| = \begin{cases} x, & \text{если } x \geq 0 \\ -x, & \text{если } x < 0 \end{cases}$$

Здесь первый амперсанд означает выравнивание по левому краю, второй — по  $x$ , а третий — по слову «если». Команда `\quad` делает большой горизонтальный пробел.

Ещё вариант:

$$|x| = \begin{cases} x, & \text{если } x \geq 0 \\ -x, & \text{если } x < 0 \end{cases}$$

Можно использовать разные математические алфавиты:

*ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ*  
*abcdefghijklmnopqrstuvwxyz*  
*ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ*

Посмотрим на систему уравнений на примере аттрактора Лоренца:

$$\begin{cases} \dot{x} = \sigma(y - x) \\ \dot{y} = x(r - z) - y \\ \dot{z} = xy - bz \end{cases}$$

А для вёрстки матриц удобно использовать многоточия:

$$\begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

### 1.3.3 Нумерованные формулы

А вот так пишется нумерованная формула:

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n \quad (1.1)$$

Нумерованных формул может быть несколько:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2} = \frac{\pi^2}{6} \quad (1.2)$$

Впоследствии на формулы (1.1) и (1.2) можно ссылаться.

Сделать так, чтобы номер формулы стоял напротив средней строки, можно, используя окружение `multlined` (пакет `mathtools`) вместо `multline` внутри окружения `equation`. Вот так:

$$\begin{aligned}
 &1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + \cdots + \\
 &+ 50 + 51 + 52 + 53 + 54 + 55 + 56 + 57 + \cdots + \\
 &+ 96 + 97 + 98 + 99 + 100 = 5050
 \end{aligned} \tag{1.3}$$

## Глава 2. Длинное название главы, в которой мы смотрим на примеры того, как будут верстаться изображения и списки

### 2.1 Одиночное изображение



Рисунок 2.1 — TeX.

### 2.2 Длинное название параграфа, в котором мы узнаём как сделать две картинки с общим номером и названием

А это две картинки под общим номером и названием:



а)



б)

Рисунок 2.2 — Очень длинная подпись к изображению, на котором представлены две фотографии Дональда Кнута

Те же две картинки под общим номером и названием, но с автоматизированной нумерацией подписунков посредством пакета `subcaption`:



а) Первый  
подрисунок



б) Второй  
подрисунок

Подрисуночный текст, описывающий обозначения, например. Согласно ГОСТ 2.105, пункт 4.3.1, располагается перед наименованием рисунка.

Рисунок 2.3 — Очень длинная подпись к второму изображению, на котором представлены две фотографии Дональда Кнута

На рисунке 2.3а показан Дональд Кнут без головного убора. На рисунке 2.3б показан Дональд Кнут в головном уборе.

## 2.3 Пример вёрстки списков

Нумерованный список:

1. Первый пункт.
2. Второй пункт.
3. Третий пункт.

Маркированный список:

- Первый пункт.
- Второй пункт.
- Третий пункт.

Вложенные списки:

- Имеется маркированный список.
  1. В нём лежит нумерованный список,
  2. в котором
    - лежит ещё один маркированный список.

## 2.4 Пробелы

В русском наборе принято:

- единицы измерения, знак процента отделять пробелами от числа: 10 кВт, 15 %;
- $\text{tg } 20^\circ$ , но:  $20^\circ\text{C}$ ;
- знак номера, параграфа отделять от числа: № 5, § 8;
- стандартные сокращения: т. е., и т. д., и т. п.;
- неразрывные пробелы в предложениях.

## 2.5 Математика

Русская традиция начертания греческих букв отличается от западной. Это исправляется серией `\renewcommand`.

До:  $\epsilon \geq \phi, \phi \leq \epsilon, \kappa \in \emptyset$ .

После:  $\varepsilon \geq \varphi, \varphi \leq \varepsilon, \kappa \in \emptyset$ .

Кроме того, принято набирать греческие буквы вертикальными, что решается подключением пакета `upgreek` и аналогичным переопределением в преамбуле.

## 2.6 Кавычки

В английском языке приняты одинарные и двойные кавычки в виде ‘...’ и “...”. В России приняты французские («...») и немецкие („...“) кавычки (они называются «ёлочки» и «лапки», соответственно). «Лапки» обычно используются внутри „ёлочек“, например, «... наш гордый „Варяг“...».

Французские левые и правые кавычки набираются как лигатуры `<<` и `>>`, а немецкие левые и правые кавычки набираются как лигатуры `,,` и ``` (``)`.

Вместо лигатур или команд с активным символом ” можно использовать команды `\glqq` и `\grqq` для набора немецких кавычек и команды `\flqq` и `\frqq` для набора французских кавычек. Они определены в пакете `babel`.

## 2.7 Тире

Команда `---` используется для печати тире в тексте. Оно несколько короче английского длинного тире. Кроме того, команда задаёт небольшую жёсткую отбивку от слова, стоящего перед тире. При этом, само тире не отрывается от слова. После тире следует такая же отбивка от текста, как и перед тире. При наборе текста между словом и командой, за которым она следует, должен стоять пробел.

В составных словах, таких, как «Закон Менделеева—Клапейрона», для печати тире надо использовать команду `--~`. Она ставит более короткое, по сравнению с английским, тире и позволяет делать переносы во втором слове. При наборе текста команда `--~` не отделяется пробелом от слова, за которым она следует (Менделеева `--~`). Следующее за командой слово может быть отделено от неё пробелом или перенесено на другую строку.

Если прямая речь начинается с абзаца, то перед началом её печатается тире командой `--*`. Она печатает русское тире и жёсткую отбивку нужной величины перед текстом.

## 2.8 Дефисы и переносы слов

Для печати дефиса в составных словах введены две команды. Команда `~` печатает дефис и запрещает делать переносы в самих словах, а команда `=` печатает дефис, оставляя  $\TeX$ ’у право делать переносы в самих словах.

В отличие от команды `\-`, команда `-` задаёт место в слове, где можно делать перенос, не запрещая переносы и в других местах слова.

Команда `''` задаёт место в слове, где можно делать перенос, причём дефис при переносе в этом месте не ставится.



Команда `"`, вставляет небольшой пробел после инициалов с правом переноса в фамилии.

## 2.9 Текст из панграмм и формул

[illegible]

в шкаф. Экс-граф? Плюш изъят. Бъём чуждый цен хвоц! Эх, чужак! Общий съём цен шляп (юфть) — вдрызг! Любя, съешь щипцы, — вздохнёт мэр, — кайф жгуч. Шеф взъярён тчк щипцы с эхом гудбай Жюль. Эй, жлоб! Где туз? Прячь юных съёмщиц в шкаф. Экс-граф? Плюш изъят. Бъём чуждый цен хвоц! Эх, чужак! Общий съём цен шляп (юфть) — вдрызг! Любя, съешь щипцы, — вздохнёт мэр, — кайф жгуч. Шеф взъярён тчк щипцы с эхом гудбай Жюль. Эй, жлоб! Где туз? Прячь юных съёмщиц в шкаф. Экс-граф? Плюш изъят. Бъём чуждый цен хвоц! Эх, чужак! Общий съём цен шляп (юфть) — вдрызг! Любя, съешь щипцы, — вздохнёт мэр, — кайф жгуч. Шеф взъярён тчк щипцы с эхом гудбай Жюль. Эй, жлоб! Где туз? Прячь юных съёмщиц в шкаф. Экс-граф? Плюш изъят. Бъём чуждый цен хвоц! Эх, чужак! Общий съём цен

Ку кхоро адоляжкэнс волуптариа хаж, вим граэко ыкчпэтында ты. Граэки жэмпэр льюкяльиюч квуй ку, аэквиуы продыжцэт хаж нэ. Вим ку магна пыри-куля, но квюандо пожйдонёюм про. Квуй ат рыквюуы ёнэрмйщ. Выро аккузата вим нэ.

$$\begin{aligned} \Pr(F(\tau)) &\propto \sum_{i=4}^{12} \left( \prod_{j=1}^i \left( \int_0^5 F(\tau) e^{-F(\tau)t_j} dt_j \right) \prod_{k=i+1}^{12} \left( \int_5^\infty F(\tau) e^{-F(\tau)t_k} dt_k \right) C_{12}^i \right) \propto \\ &\propto \sum_{i=4}^{12} \left( -e^{-1/2} + 1 \right)^i \left( e^{-1/2} \right)^{12-i} C_{12}^i \approx 0.7605, \quad \forall \tau \neq \bar{\tau} \end{aligned}$$

Квуй ыёюз омниум йн. Экз алёквюам кончюлату квуй, ты альяквюам ёнвидюнт пэр. Зыд нэ коммодо пробатуж. Жят доктюж дйжпютандо ут, ку зальутанде юр-банйтаж дёзсэнтёаш жят, вим жюмо долорэж ратинебюж за.

Ад ентэгры корпора жплэндидэ хаж. Эжт ат факэтэ дычэрунт пэржыкюти. Нэ нам доминг пэрчёус. Ку квюо ёужто эррэм зючкёпит. Про хабэо альбюкиус нэ.

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{pmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{vmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{bmatrix}$$

Про эа граэки квюаыквуэ дйжпюотандо. Ыт вэл тебиквюэ дэфянятйоныс, нам жо-  
люм квюандо мандамюч эа. Эож пауло лаудым инкедыринт нэ, пэрпэтюа форын-  
чйбюж пэр эю. Модыратиюз дытыррюизцэт дуо ад, вирйз фэугяат дытракжйт нык  
ед, дуо алиё каючаэ лыгэндоч но. Эа мольлиз юрбанйтаж зигнёфэрумквюы эжт.

Про мандамюч кончэтытюр ед. Трётанё прёнкипыз зигнёфэрумквюы вэш  
ан. Ат хёз эквюедым щуавятатэ. Алёэным зэнтынтияэ ад про, эа ючю мюнырэ  
граэки дэмокритум, ку про чент волуптариа. Ыльит дыкоры аляквюид еюж ыт. Ку  
рыбюм мюндй ютенам дуо.

$$\begin{array}{ll} 2 \times 2 = 4 & 6 \times 8 = 48 \\ 3 \times 3 = 9 & a + b = c \\ 10 \times 65464 = 654640 & 3/2 = 1,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} 2 \times 2 = 4 & 6 \times 8 = 48 \\ 3 \times 3 = 9 & a + b = c \\ 10 \times 65464 = 654640 & 3/2 = 1,5 \end{array} \quad (2.1)$$

Пэр йн тальэ пожтэа, мыа ед поплюьо дэбетиз жкрибэнтур. Йн квуй ап-  
пэтырэ мэнандря, зыд аляквюид хабымуч корпора йн. Омниом пэркёпитюр шэа  
эю, шэа аппэтырэ аккумулята рэформйданч ыт, ты ыррор вёртюты нюмквуам  $10 \times$   
 $65464 = 654640$   $3/2 = 1,5$  мэя. Ипзум эуежмод  $a + b = c$  мальюизчыт ад дуо.  
Ад фэюгаят пытынтёюм адвыржаряюм вэш. Модо эрепюят дэтракто ты нык, еюж  
мэнтётюм пырикулья аппэльлььянтюр эа.

Мэль ты дэлььынётё такематыш. Зэнтынтияэ конкльёужионэмквуэ ан мэя.  
Вёжи лебыр квюаыквуэ квуй нэ, дуо зймюл дэлььиката ку. Ыам ку алиё путынт.

$$\left. \begin{array}{l} 2 \times x = 4 \\ 3 \times y = 9 \\ 10 \times 65464 = z \end{array} \right\}$$

Конвынёры витюпырата но нам, тебиквюэ мэнтётюм позтюлант ед про. Дуо  
эа лаудым копиожаы, нык мовэт вэниам льебэравичсы эю, нам эпикюре дэтракто  
рыкючабо ыт. Вэрйтюж аккюжамюз ты шэа, дэбетиз форынчйбюж жкряпшэрит  
ыт прё. Ан еюж тымпор рыфэррэнтур, ючю дольор котёдиэквюэ йн. Зыд ипзум  
дытракжйт ныглэгэнтур нэ, партым ыкжплъьикари дёжжэнтиюнт ад пэр. Мэль

ты кытэрож молыжтйаы, нам но ыррор жкрипта аппарат.

$$\frac{m_t^2}{L_t^2} = \frac{m_x^2}{L_x^2} + \frac{m_y^2}{L_y^2} + \frac{m_z^2}{L_z^2}$$

Вэре льаборэж тебиквюэ хаж ут. Ан пауло торквюатоз хаж, нэ пробо фэу-  
гяат такематыш шэа. Мэльеуз пэртинакёа юлламкорпэр прё ад, но мыа рыквюы  
конкыптам. Хёз квюот пэртинакёа эи, ельлюд трактатоз пэр ад. Зыд ед анёмал  
льаборэж номинави, жят ад конгуы льабытюр. Льаборэ тамквюам векж йн, пэр нэ  
дёко диам шапэрэт, экз вяш тебиквюэ элььефэнд мэдиокретатым.

Нэ про натюм фюйзчыт квюальизквюэ, азквюы жкаывола мэль ку. Ад гра-  
экйж плъятонэм адвыржаряюм квуй, вим емпыдит коммюны ат, ат шэа одео квю-  
аырэндум. Вёртюты ажжынтиор эффিকেэнди эож нэ, доминг лаборамюз эи ыам.  
Чэнзэрет мныжаркхюм экз эож, ылыт тамквюам факильизиж нык эи. Квуй ан  
элыктрам тинкидюнт ентырпрытаряш. Йн янвыняры трактатоз зэнтынтияэ зыд.  
Дюиж зальютатуж ыам но, про ыт анёмал мныжаркхюм, эи ыном пондэрюм май-  
ыжтатйж.

## Глава 3. Вёрстка таблиц

### 3.1 Таблица обыкновенная

Так размещается таблица:

Таблица 3.1 — Название таблицы

Месяц	$T_{min}$ , К	$T_{max}$ , К	$(T_{max} - T_{min})$ , К
Декабрь	253.575	257.778	4.203
Январь	262.431	263.214	0.783
Февраль	261.184	260.381	−0.803

Таблица 3.2

Оконная функция	$2N$	$4N$	$8N$
Прямоугольное	8.72	8.77	8.77
Ханна	7.96	7.93	7.93
Хэмминга	8.72	8.77	8.77
Блэкмана	8.72	8.77	8.77

Таблица 3.3 — пример таблицы, оформленной в классическом книжном варианте или очень близко к нему. ГОСТу по сути не противоречит. Можно ещё улучшить представление, с помощью пакета `siunitx` или подобного.

Таблица 3.3 — Наименование таблицы, очень длинное наименование таблицы, чтобы посмотреть как оно будет располагаться на нескольких строках и переноситься

Оконная функция	$2N$	$4N$	$8N$
Прямоугольное	8.72	8.77	8.77
Ханна	7.96	7.93	7.93
Хэмминга	8.72	8.77	8.77
Блэкмана	8.72	8.77	8.77

### 3.2 Таблица с многострочными ячейками и примечанием

Таблицы 3.4 и 3.5 — пример реализации расположения примечания в соответствии с ГОСТ 2.105. Каждый вариант со своими достоинствами и недостатками. Вариант через `tabulary` хорошо подбирает ширину столбцов, но сложно управлять вертикальным выравниванием, `tabularx` — наоборот.

Таблица 3.4 — Нэ про натюм фюйзчыт квюальизквюэ

доминг лаборамюз эи ыам (Общий съём цен шляп (юфть))	Шеф взъярён	адвыр- жаряюм	тебиквюэ эльъэф- энд мэдио- кретатым	Чэнзэ- рет мны- жарк- хюм
Эй, жлоб! Где туз? Прячь юных съёмщиц в шкаф Плюш изъят. Бъём чуждый цен хвощ!	≈	≈	≈	+
Эх, чужак! Общий съём цен	+	+	+	—
Нэ про натюм фюйзчыт квюальизквюэ, аэквюы жкаывола мэль ку. Ад граэжйж пльятонэм адвыржаряюм квуй, вим емпыдит коммюны ат, ат шэа одео	≈	—	—	—
Любя, съешь щипцы, — вздохнёт мэр, — кайф жгуч.	—	+	+	≈
Нэ про натюм фюйзчыт квюальизквюэ, аэквюы жкаывола мэль ку. Ад граэжйж пльятонэм адвыржаряюм квуй, вим емпыдит коммюны ат, ат шэа одео квюаырэндум. Вёртюты ажжынтиор эффикезнди эож нэ.	+	—	≈	—

Примечание — Плюш изъят: «+» — адвыржаряюм квуй, вим емпыдит; «—» — емпыдит коммюны ат; «≈» — Шеф взъярён тчк щипцы с эхом гудбай Жюль. Эй, жлоб! Где туз? Прячь юных съёмщиц в шкаф. Экс-граф?

Из-за того, что таблица 3.4 не помещается на той же странице (при компиловании pdf<sub>l</sub>atex), всё её содержимое переносится на следующую, ближайшую, а этот текст идёт перед ней.

Таблица 3.5 — Любя, съешь щипцы, — вздохнёт мэр, — кайф жгуч

доминг лаборамюз эи ыам (Общий съём цен шляп (юфть))	Шеф взъярён	адвыр- жаряюм	тебиквьюэ эльъэф- энд мэдио- крета- тым	Чэнзэрет мны- жарк- хюм
Эй, жлоб! Где туз? Прячь юных съёмщиц в шкаф Плюш изъят. Бъём чуждый цен хвоц!	≈	≈	≈	+
Эх, чужак! Общий съём цен	+	+	+	—
Нэ про натюм фюйзчыт квьюальизквьюэ, аэквьюы жкаывола мэль ку. Ад граэкйж пльятонэм адвыржаряюм квуй, вим емпыдит коммюны ат, ат шэа одео	≈	—	—	—
Любя, съешь щипцы, — вздохнёт мэр, — кайф жгуч.	—	+	+	≈
Нэ про натюм фюйзчыт квьюальизквьюэ, аэквьюы жкаывола мэль ку. Ад граэкйж пльятонэм адвыржаряюм квуй, вим емпыдит коммюны ат, ат шэа одео квьюаырэндум. Вёртюты ажжынтиор эффикеэнди эож нэ.	+	—	≈	—

Примечание — Плюш изъят: «+» — адвыржаряюм квуй, вим емпыдит; «—» — емпыдит коммюны ат; «≈» — Шеф взъярён тчк щипцы с эхом гудбай Жюль. Эй, жлоб! Где туз? Прячь юных съёмщиц в шкаф. Экс-граф?

### **3.3 Параграф - два**

Некоторый текст.

### **3.4 Параграф с подпараграфами**

#### **3.4.1 Подпараграф - один**

Некоторый текст.

#### **3.4.2 Подпараграф - два**

Некоторый текст.



## Заключение

Основные результаты работы заключаются в следующем.

1. На основе анализа ...
2. Численные исследования показали, что ...
3. Математическое моделирование показало ...
4. Для выполнения поставленных задач был создан ...

И какая-нибудь заключающая фраза.

### Список литературы

1. Маршевый алгоритм решения задачи переноса излучения методом коротких характеристик / Ю. И. Скалько, И. В. Цыбулин, Р. Н. Карасев и др. // *Компьютерные исследования и моделирование*. — 2014. — Т. 6, № 2. — С. 203–215.
2. Цыбулин И. В., Скалько Ю. И., Павлова Е. С. Распределенный метод длинных характеристик для решения уравнения переноса излучения // *Труды Московского физико-технического института*. — 2015. — Т. 7, № 2. — С. 51–59.
3. Цыбулин И. В., Скалько Ю. И. Конечно-элементный метод для решения уравнения переноса излучения // *Математическое моделирование информационных систем: сб. науч. тр.* — 2015. — С. 38–44.
4. Цыбулин И. В. Решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений большой размерности с использованием графических ускорителей // *Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук. Часть VII. Управление и прикладная математика: Труды 53-й научной конференции МФТИ*. — Т. 3. — М.: МФТИ, 2010. — С. 33–34.
5. Цыбулин И. В., Скалько Ю. И. Численное построение квадратурной формулы для полусферы методом продолжения по параметру // *Проблемы фундаментальных и прикладных естественных и технических наук в современном информационном обществе. Часть VII. Управление и прикладная математика: Труды 54-й научной конференции МФТИ*. — Т. 2. — М.: МФТИ, 2011. — С. 27–28.
6. Цыбулин И. В., Скалько Ю. И. Вариационный метод решения задачи переноса излучения в трехмерных областях // *Проблемы фундаментальных и прикладных естественных и технических наук в современном информационном обществе. Часть VII. Управление и прикладная математика: Труды 55-й научной конференции МФТИ*. — Т. 2. — М.: МФТИ, 2012. — С. 96–97.
7. Цыбулин И. В., Скалько Ю. И. Использование метода длинных характеристик для решения задачи переноса излучения на системах с распределенной памятью // *Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных наук в современном информационном обществе. Часть VII. Управление и прикладная*

- математика: Труды 56-й научной конференции МФТИ. — Т. 2. — М.: МФТИ, 2013. — С. 89–90.
8. *Цыбулин И. В., Скалько Ю. И.* Реализация распределенного метода длинных характеристик с использованием GPU ускорителей // Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных наук в области физики. Часть VII. Управление и прикладная математика: Труды 57-й научной конференции МФТИ. — Т. 2. — М.: МФТИ, 2014. — С. 103–105.
  9. *Соколов А. Н., Сердобинцев К. С.* Гражданское общество: проблемы формирования и развития (философский и юридический аспекты): монография / Под ред. В. М. Бочарова. — Астрахань: Калининградский ЮИ МВД России, 2009. — 218 с.
  10. *Гайдаенко Т. А.* Маркетинговое управление: принципы управленческих решений и российская практика. — 3-е изд, перераб. и доп. изд. — М.: Эксмо: МИРБИС, 2008. — 508 с.
  11. *Лермонтов Михаил Юрьевич.* Собрание сочинений: в 4 т. — М.: Терра-Кн. клуб, 2009. — 4 т.
  12. Управление бизнесом: сборник статей. — Нижний новгород: Изд-во Нижегородского университета, 2009. — 243 с.
  13. *Борозда И. В., Воронин Н. И., В. Бушманов А.* Лечение сочетанных поврежденных таза. — Владивосток: Дальнаука, 2009. — 195 с.
  14. Маркетинговые исследования в строительстве: учебное пособие для студентов специальности «Менеджмент организаций» / О. В. Михненко, И. З. Коготкова, Е. В. Генкин, Г. Я. Сороко. — М.: Государственный университет управления, 2005. — 59 с.
  15. Конституция Российской Федерации: офиц. текст. — М.: Маркетинг, 2001. — 39 с.
  16. Семейный кодекс Российской Федерации: [федер. закон: принят Гос. Думой 8 дек. 1995 г.: по состоянию на 3 янв. 2001 г.]. — СПб.: Стаун-кантри, 2001. — 94 с.

17. ГОСТ Р 7.0.53-2007 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Издания. Международный стандартный книжный номер. Использование и издательское оформление. — М.: Стандартинформ, 2007. — 5 с.
18. *Разумовский В. А., Андреев Д. А.* Управление маркетинговыми исследованиями в регионе. — М., 2002. — 210 с. — Деп. в ИНИОН Рос. акад. наук 15.02.02, № 139876.
19. *Лазкуева Ирина Владимировна.* Особенности регулирования труда творческих работников театров: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.05. — М., 2009. — 168 с.
20. *Покровский Андрей Владимирович.* Устранимые особенности решений эллиптических уравнений: дис. ... д-ра физ.-мат. наук: 01.01.01. — М., 2008. — 178 с.
21. *Сиротко Владимир Викторович.* Медико-социальные аспекты городского травматизма в современных условиях : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.33. — М., 2006. — 26 с.
22. *Лукина Валентина Александровна.* Творческая история «Записок охотника» И. С. Тургенева: автореф. дис. ... канд. филол. наук : 10.01.01. — СПб., 2006. — 26 с.
23. *Загорюев А. Л.* Методология и методы изучения военно-профессиональной направленности подростков: отчёт о НИР. — Екатеринбург, 2008. — 102 с.
24. Художественная энциклопедия зарубежного классического искусства [Электронный ресурс]. — М.: Большая Рос. энцикл., 1996. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
25. *Насырова Г. А.* Модели государственного регулирования страховой деятельности [Электронный ресурс] // *Вестник Финансовой академии.* — 2003. — № 4. — Режим доступа: [http://vestnik.fa.ru/4\(28\)2003/4.html](http://vestnik.fa.ru/4(28)2003/4.html).
26. *Берестова Т. Ф.* Поисковые инструменты библиотеки // *Библиография.* — 2006. — № 4. — С. 19.
27. *Кригер И.* Бумага терпит // *Новая газета.* — 2009. — 1 июля.

28. *Adams Peter*. The title of the work // *The name of the journal*. — 1993. — 7. — Vol. 4, no. 2. — Pp. 201–213. — An optional note.
29. *Babington Peter*. The title of the work. — 3 edition. — The address: The name of the publisher, 1993. — 7. — Vol. 4 of 10. — An optional note.
30. *Caxton Peter*. The title of the work. — How it was published, The address of the publisher, 1993. — 7. — An optional note.
31. *Draper Peter*. The title of the work // The title of the book / Ed. by The editor; The organization. — Vol. 4 of 5. — The address of the publisher: The publisher, 1993. — 7. — P. 213. — An optional note.
32. *Eston Peter*. The title of the work // Book title. — 3 edition. — The address of the publisher: The name of the publisher, 1993. — 7. — Vol. 4 of 5. — Pp. 201–213. — An optional note.
33. *Farindon Peter*. The title of the work // The title of the book / Ed. by The editor. — The address of the publisher: The name of the publisher, 1993. — 7. — Vol. 4 of 5. — Pp. 201–213. — An optional note.
34. *Gainsford Peter*. — The title of the work. — The organization, The address of the publisher, 3 edition, 1993. — 7. — An optional note.
35. *Harwood Peter*. — The title of the work. — Master's thesis, The school where the thesis was written, The address of the publisher, 1993. — 7. — An optional note.
36. *Isley Peter*. The title of the work. — How it was published. — 1993. — 7. — An optional note.
37. *Joslin Peter*. The title of the work: Ph.D. thesis / The school where the thesis was written. — The address of the publisher, 1993. — 7. — An optional note.
38. The title of the work / Ed. by Peter Kidwelly; The organization. — Vol. 4 of 5, The address of the publisher, 1993. — 7. The name of the publisher. — An optional note.
39. *Lambert Peter*. The title of the work: Tech. Rep. 2. — The address of the publisher: The institution that published, 1993. — 7. — An optional note.

40. *Marcheford Peter*. The title of the work. — An optional note.
41. *Медведев А. М.* Электронные компоненты и монтажные подложки. — 2006.  
[http://www.kit-e.ru/articles/elcomp/2006\\_12\\_124.php](http://www.kit-e.ru/articles/elcomp/2006_12_124.php).
42. *Deiters U. K.* A Modular Program System for the Calculation of Thermodynamic Properties of Fluids // *Chemical Engineering & Technology*. — 2000. — Vol. 23, no. 7. — Pp. 581–584.
43. Deformation of Colloidal Crystals for Photonic Band Gap Tuning / Young-Sang Cho, Young Kuk Kim, Kook Chae Chung, Chul Jin Choi // *Journal of Dispersion Science and Technology*. — 2011. — Vol. 32, no. 10. — Pp. 1408–1415.
44. Wafer bonding for microsystems technologies / U. Gösele, Q.-Y. Tong, A. Schumacher и др. // *Sensors and Actuators A: Physical*. — 1999. — Т. 74, № 1–3. — С. 161 – 168.
45. *Li Li, Guo Yifan, Zheng Dawei*. Stress Analysis for Processed Silicon Wafers and Packaged Micro-devices // *Micro- and Opto-Electronic Materials and Structures: Physics, Mechanics, Design, Reliability, Packaging* / Ed. by E. Suhir, Y. C. Lee, C. P. Wong. — Springer US, 2007. — Pp. B677–B709.
46. *Shoji Shuichi, Kikuchi Hiroto, Torigoe Hirotaka*. Low-temperature anodic bonding using lithium aluminosilicate- $\beta$ -quartz glass ceramic // *Sensors and Actuators A: Physical*. — 1998. — Vol. 64, no. 1. — Pp. 95 – 100. — Tenth {IEEE} International Workshop on Micro Electro Mechanical Systems.
47. Iterative denoising using Jensen-Renyi divergences with an application to unsupervised document categorization / Damianos Karakos, Sanjeev Khudanpur, Jason Eisner, Carey E. Priebe // *Proceedings of ICASSP*. — 2007. <http://cs.jhu.edu/~jason/papers/#icassp07>.
48. *Pomerantz D. I.* Anodic bonding: patent no. 3397278 US. — 1968.
49. *Иофис Н. А.* Способ пайки керамики с керамикой и стекла с металлом: а. с. 126728 СССР. — 1960. — Бюл. № 5. 1 с.

**Список рисунков**

2.1	TeX. . . . .	13
2.2	Очень длинная подпись к изображению, на котором представлены две фотографии Дональда Кнута . . . . .	13
2.3	Очень длинная подпись к второму изображению, на котором представлены две фотографии Дональда Кнута . . . . .	14

## Список таблиц

3.1	Название таблицы . . . . .	21
3.2	. . . . .	21
3.3	Наименование таблицы, очень длинное наименование таблицы, чтобы посмотреть как оно будет располагаться на нескольких строках и переноситься . . . . .	21
3.4	Нэ про натюм фюйзчит квюальизквюэ . . . . .	22
3.5	Любя, съешь щипцы, — вздохнёт мэр, — кайф жгуч . . . . .	23
Б.2	Наименование таблицы средней длины . . . . .	41



## Приложение А

### Примеры вставки листингов программного кода

Для крупных листингов есть два способа. Первый красивый, но в нём могут быть проблемы с поддержкой кириллицы (у вас может встречаться в комментариях и печатаемых сообщениях), он представлен на листинге [A.1](#).

Листинг А.1 Программа “Hello, world” на C++

```

5  #include <iostream>
    using namespace std;

    int main() //кириллица вкомментарияхпри xelatex и lualatex
        имеетпроблемыс пробелами
    {
        cout << "Hello, world" << endl; //latin letters in
            commentaries
        system("pause");
        return 0;
10 }

```

Второй не такой красивый, но без ограничений (см. листинг [A.2](#)).

Листинг А.2 Программа “Hello, world” без подсветки

```

#include <iostream>
using namespace std;

int main() //кириллица в комментариях
{
    cout << "Привет, мир" << endl;
}

```

Можно использовать первый для вставки небольших фрагментов внутри текста, а второй для вставки полного кода в приложении, если таковое имеется.

Если нужно вставить совсем короткий пример кода (одна или две строки), то выделение линейками и нумерация может смотреться чересчур громоздко. В таких случаях можно использовать окружения `lstlisting` или `Verb` без

ListingEnv. Приведём такой пример с указанием языка программирования, отличного от заданного по умолчанию:

```
| fibs = 0 : 1 : zipWith (+) fibs (tail fibs)
```

Такое решение — со вставкой нумерованных листингов покрупнее и вставок без выделения для маленьких фрагментов — выбрано, например, в книге Эндрю Таненбаума и Тодда Остина по архитектуре

Наконец, для оформления идентификаторов внутри строк (функция `main` и тому подобное) используется `lstinline` или, самое простое, моноширинный текст (`\texttt`).

Пример A.3, иллюстрирующий подключение переопределённого языка. Может быть полезным, если подсветка кода работает криво. Без дополнительного окружения, с подписью и ссылкой, реализованной встроенным средством.

Листинг A.3 Пример листинга с подписью собственными средствами

```
## Caching the Inverse of a Matrix

## Matrix inversion is usually a costly computation and there may
  be some
5 ## benefit to caching the inverse of a matrix rather than compute
  it repeatedly
## This is a pair of functions that cache the inverse of a matrix.

## makeCacheMatrix creates a special "matrix" object that can
  cache its inverse

10 makeCacheMatrix <- function(x = matrix()) {#кириллица
  вкомментарияхпри xelatex b lualatex имеетпроблемыспробелами
    i <- NULL
    set <- function(y) {
      x <<- y
      i <<- NULL
15    }
    get <- function() x
    setSolved <- function(solve) i <<- solve
    getSolved <- function() i
    list(set = set, get = get,
20    setSolved = setSolved,
    getSolved = getSolved)
```

```

}
25
## cacheSolve computes the inverse of the special "matrix"
  returned by
## makeCacheMatrix above. If the inverse has already been
  calculated (and the
## matrix has not changed), then the cachesolve should retrieve
  the inverse from
## the cache.
30
cacheSolve <- function(x, ...) {
  ## Return a matrix that is the inverse of 'x'
  i <- x$getSolved()
  if(!is.null(i)) {
35     message("getting cached data")
     return(i)
  }
  data <- x$get()
  i <- solve(data, ...)
40  x$setSolved(i)
  i
}

```

Листинг A.4 подгружается из внешнего файла. Приходится загружать без окружения дополнительного. Иначе по страницам не переносится.

#### Листинг A.4 Листинг из внешнего файла

```

# Analysis of data on Course Project at Getting and Cleaning data
  course of Data Science track at Coursera.

# Part 1. Merges the training and the test sets to create one data
  set.
5 # 3. Uses descriptive activity names to name the activities in the
  data set
# 4. Appropriately labels the data set with descriptive variable
  names.

if (!file.exists("UCI HAR Dataset")) {
  stop("You need 'UCI HAR Dataset' folder full of data")
10 }

```

```

library(plyr) # for mapvalues

15 #getting common data
features <- read.csv("UCI HAR Dataset/features.txt", sep=" ",
  header = FALSE,
  colClasses = c("numeric", "character"))
activity_labels <- read.csv("UCI HAR Dataset/activity_labels.txt",
  sep="",
20 header = FALSE, colClasses = c("numeric",
  "character"))

#getting train set data
subject_train <- read.csv("UCI HAR Dataset/train/subject_train.txt",
  ",
  header = FALSE, colClasses = "numeric",
  col.names="Subject")
25 y_train <- read.csv("UCI HAR Dataset/train/y_train.txt", header =
  FALSE,
  colClasses = "numeric")
x_train <- read.csv("UCI HAR Dataset/train/X_train.txt", sep="",
  header = FALSE,
  colClasses = "numeric", col.names=features$V2,
  check.names = FALSE)

30 activity_train <- as.data.frame(mapvalues(y_train$V1, from =
  activity_labels$V1,
  to = activity_labels$V2)
  )

names(activity_train) <- "Activity"

35 #getting test set data
subject_test <- read.csv("UCI HAR Dataset/test/subject_test.txt",
  header = FALSE, colClasses = "numeric", col
  .names="Subject")
y_test <- read.csv("UCI HAR Dataset/test/y_test.txt", header =
  FALSE,
40 colClasses = "numeric")

```

```

x_test <- read.csv("UCI HAR Dataset/test/X_test.txt", sep="",
  header = FALSE,
  colClasses = "numeric", col.names=features$V2,
  check.names = FALSE)

activity_test <- as.data.frame(mapvalues(y_test$V1, from =
  activity_labels$V1,
45                                     to = activity_labels$V2))
names(activity_test) <- "Activity"

# Forming full dataframe
50 data_train <- cbind(x_train, subject_train, activity_train)
data_test <- cbind(x_test, subject_test, activity_test)
data <- rbind(data_train, data_test)

# Cleaning memory
55 rm(features, activity_labels, subject_train, y_train, x_train,
  activity_train,
  subject_test, y_test, x_test, activity_test, data_train, data_
  test)

# Part 2. Extracts only the measurements on the mean and standard
  deviation for each measurement.
60
cols2match <- grep("(mean|std)", names(data))

# Excluded gravityMean, tBodyAccMean, tBodyAccJerkMean,
  tBodyGyroMean,
# tBodyGyroJerkMean, as these represent derivations of angle data,
  as
65 # opposed to the original feature vector.

# Subsetting data frame, also moving last columns to be first
Subsetted_data_frame <- data[, c(562, 563, cols2match)]

70 # Part 5. From the data set in step 4, creates a second,
  independent tidy data set
# with the average of each variable for each activity and each
  subject.

```

```
library(dplyr) # for %>% and summarise_each

75 tidydata <- Subsetted_data_frame %>% group_by(Subject, Activity)
    %>%
        summarise_each(funs(mean))

write.table(tidydata, "tidydata.txt", row.names=FALSE)
```

## Приложение Б

### Очень длинное название второго приложения, в котором продемонстрирована работа с длинными таблицами

#### Б.1 Подраздел приложения

Вот размещается длинная таблица:

Параметр	Умолч.	Тип	Описание
&INP			
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора

*продолжение следует*

[illegible]



(продолжение)			
Параметр	Умолч.	Тип	Описание
			экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )
			1: генерация белого шума
			2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )
			1: генерация белого шума
			2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )
			1: генерация белого шума
			2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )
			1: генерация белого шума
			2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс

## Б.2 Ещё один подраздел приложения

Нужно больше подразделов приложения!

Пример длинной таблицы с записью продолжения по ГОСТ 2.105

Таблица Б.2 — Наименование таблицы средней длины

Параметр	Умолч.	Тип	Описание
&INP			
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )
			1: генерация белого шума
			2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )
			1: генерация белого шума
			2: генерация белого шума симметрично относительно экватора

## Продолжение таблицы Б.2

Параметр	Умолч.	Тип	Описание
			экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума

## Продолжение таблицы Б.2

Параметр	Умолч.	Тип	Описание
			2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )
			1: генерация белого шума
			2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )
			1: генерация белого шума
			2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )
			1: генерация белого шума
			2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )
			1: генерация белого шума
			2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )
			1: генерация белого шума
			2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
&SURFPAR			
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )
			1: генерация белого шума
			2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )
			1: генерация белого шума
			2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс

## Продолжение таблицы Б.2

Параметр	Умолч.	Тип	Описание
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс
kick	1	int	0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) 1: генерация белого шума 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс

**Б.3 Очередной подраздел приложения**

Нужно больше подразделов приложения!

**Б.4 И ещё один подраздел приложения**

Нужно больше подразделов приложения!