

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Сюй Минчуань

**Анализ и распознавание иероглифических  
текстов на основе непрерывных  
морфологических моделей**

Специальность 1.2.1 —  
«Искусственный интеллект и машинное обучение»

ДИССЕРТАЦИЯ  
на соискание учёной степени  
кандидата физико-математических наук

Научный руководитель:  
доктор технических наук, профессор  
Местецкий Леонид Моисеевич

Москва — 2025

## Оглавление

	Стр.
<b>Введение . . . . .</b>	<b>3</b>
<b>Глава 1. Оформление различных элементов . . . . .</b>	<b>8</b>
1.1 Форматирование текста . . . . .	8
1.2 Ссылки . . . . .	8
1.3 Формулы . . . . .	9
1.3.1 Ненумерованные одиночные формулы . . . . .	9
1.3.2 Ненумерованные многострочные формулы . . . . .	10
1.3.3 Нумерованные формулы . . . . .	12
1.3.4 Форматирование чисел и размерностей величин . . . . .	13
1.3.5 Заголовки с формулами: $a^2 + b^2 = c^2$ , $ \mathrm{Im}\Sigma(\varepsilon)  \approx const$ , $\sigma_{xx}^{(1)}$ . . . . .	14
1.4 Рецензирование текста . . . . .	16
1.5 Работа со списком сокращений и условных обозначений . . . . .	16
<b>Глава 2. Длинное название главы, в которой мы смотрим на примеры того, как будут верстаться изображения и списки . . . . .</b>	<b>18</b>
2.1 Одиночное изображение . . . . .	18
2.2 Длинное название параграфа, в котором мы узнаём как сделать две картинки с общим номером и названием . . . . .	18
2.3 Векторная графика . . . . .	19
2.4 Пример вёрстки списков . . . . .	21
2.5 Традиции русского набора . . . . .	23
2.5.1 Пробелы . . . . .	23
2.5.2 Математические знаки и символы . . . . .	23
2.5.3 Кавычки . . . . .	24
2.5.4 Тире . . . . .	24
2.5.5 Дефисы и переносы слов . . . . .	25
2.6 Текст из панграмм и формул . . . . .	25

<b>Глава 3. Вёрстка таблиц</b>	30
3.1 Таблица обыкновенная	30
3.2 Таблица с многострочными ячейками и примечанием	31
3.3 Таблицы с форматированными числами	31
3.4 Параграф — два	32
3.5 Параграф с подпараграфами	33
3.5.1 Подпараграф — один	33
3.5.2 Подпараграф — два	33
<b>Заключение</b>	36
<b>Словарь терминов</b>	37
<b>Список рисунков</b>	38
<b>Список таблиц</b>	39
<b>Приложение А. Примеры вставки листингов программного кода</b>	40
<b>Приложение Б. Очень длинное название второго приложения, в котором продемонстрирована работа с длинными таблицами</b>	46
Б.1 Подраздел приложения	46
Б.2 Ещё один подраздел приложения	48
Б.3 Использование длинных таблиц с окружением <i>longtblr</i> из пакета <i>tabulararray</i>	52
Б.4 Форматирование внутри таблиц	55
Б.5 Стандартные префиксы ссылок	57
Б.6 Очередной подраздел приложения	58
Б.7 И ещё один подраздел приложения	58
<b>Приложение В. Чертёж детали</b>	59

## Введение

Оптическое распознавание символов – это технология, которая преобразует цифровые изображения рукописного или печатного текста в машинный текст для дальнейшего хранения и обработки. В последние годы были разработаны передовые методы работы с изображениями печатных текстов, но лишь небольшая часть исследований посвящена распознаванию текстов из рукописных архивов. В то же время, древние иероглифы в рукописных текстах имеют огромную исследовательскую ценность как гуманитарное наследие, фиксирующее историческую культуру, язык, развитие науки.

Поиск информации и навигация по запросам в огромном количестве древних документов всегда остаются одной из центральных и актуальных проблем в исследовании древних текстов. Задача поиска состоит в нахождении изображения отдельного заданного иероглифа, называемого запросом, в большом множестве изображений иероглифов, называемом файлом. Целью является локализация в файле всех иероглифов, совпадающих с запросом. В распознавании образов задача использования одного образца для распознавания в литературе часто называется *однократным обучением*.

Применение современных методов распознавания, использующих машинное обучение и глубокие нейронные сети, сталкивается с большими трудностями при подготовке обучающих данных по древнекитайским иероглифам:

- **Огромный словарь письменности.** Для обучения требуется очень большой объем данных, поскольку очень велико число символов древнекитайской письменности. В настоящее время общее число уникальных иероглифов, встречающихся в исторических источниках, превышает  $6 \times 10^4$ , включая устаревшие и редко используемые.
- **Сложность и вариативность документов.** Сложность структуры китайских иероглифов в сочетании с вариативностью, обусловленной индивидуальными стилями почерка, деградацией бумаги и неравномерностью штрихов создает существенные трудности для традиционных методов извлечения и сопоставления признаков. Сбор обучающей выборки, захватывающей все виды и стили документов практически невозможно.

- **Высокая трудоёмкость аннотирования.** Весьма велики трудозатраты на аннотирование символов даже для специалиста в области древних иероглифов. На распознавание символов и извлечение ключевой информации из нескольких страниц древних рукописей тратятся несколько часов или даже несколько дней.

Кроме того, как для обучения, так и для практического применения требуются современные ускорители, стоимость их использования относительно высока. Современные нейронные сети не дают возможности интерпретировать лежащий в основе распознавания процесс. Но понимание мотивов формируемого в сети решения очень важно для исследователей, поскольку это помогает лучше понять структуру символов, облегчает адаптацию к другим языкам и пути совершенствования алгоритма распознавания.

Таким образом, существует острая потребность в **интерпретируемых, вычислительно устойчивых и обучением-независимых** методах сравнения графических форм иероглифов для задач поиска и навигации в архивных коллекциях, которые могут сильно упростить работу исторических исследователей при минимальным требованием к ресурсам, и этот факт определяет актуальность данного исследования.

**Целью** диссертационной работы является разработка математического и программного обеспечения для решения задач поиска и навигации в массивных древнекитайских рукописях с использованием методов непрерывных морфологических моделей и методов определения меры сходства.

Объектом исследования диссертационной работы являются модели построения точечных признаковых описаниях и модели вычисления меры сходства между признаками изображений иероглифов. Предметом исследования диссертационной работы является разработка алгоритмов построения моделей генерации точечных признаков и оптимизационных моделей получения меры схожести, применимых к древнекитайским рукописным документам.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие **задачи:**

1. Формирование состава задач автоматизации работы с цифровыми архивами рукописных иероглифических документов.
2. Структурный анализ рукописных китайских иероглифов и получение признакового описания с использованием медиального представления

формы многоугольной фигуры, полученное на основе диаграммы Вороного.

3. Построение меры сходства рукописных изображений иероглифов и разработка алгоритма его вычисления.
4. Практическая реализация разработанных методов построения моделей для контекстного поиска в больших рукописных архивах по ключевым словам и проведение экспериментов для проверки корректности полученных результатов.

Диссертация соответствует специальности 1.2.1 «Искусственный интеллект и машинное обучение» в части направления разработки методов, алгоритмов и создание систем искусственного интеллекта и машинного обучения для обработки и анализа текстов на естественном языке, для изображений, речи, биомедицины и других специальных видов данных, поскольку целью данной работы является исследование, разработка методов для анализа и обработки изображений древнекитайских рукописей и текстов естественного языка, содержащих в документах рукописей.

#### **Научная новизна:**

1. Предложены новые математические модели, позволяющие эффективно анализировать форму древнего иероглифа на основе непрерывных морфологии, и представляют признаковое описание изображения иероглифа в виде конечного множества критичных точек, характеризующих топологическое и геометрическое свойство иероглифа.
2. Предложены модели для сравнения иероглифических точечных признаков, полученных предложенными моделями построения точечных признаков, по принципу сопоставления соответствия пар критичных точек.
3. Разработана оптимизационная модель через задачу линейного программирования для вычисления количественной меры сходства между иероглифами.

**Научная и практическая значимость.** Научная значимость заключается в разработке методов построения признакового описания древнекитайского рукописного иероглифа в виде конечного набора критичных точек через медиальное представления формы бинарного изображения, также в разработке методов сравнения форм на основе оптимизационной модели линейного программирования, используя построенные точечные признаки иероглифов.

Предложенные подходы позволяют построить представление иероглифов прозрачным математическим аппаратом с вычислительно эффективной процедурой, в то же время семантично достаточно для последующего сравнения форм иероглифов по принципу сопоставления точек.

Практическая значимость состоит в детальной программной реализации всех предложенных методов, а также их приложений для решения различных прикладных задач, связанных с поиском информации в архивных документах. Апробация реализации разработанных методов проводилась на реальных данных отсканированных древнекитайских документов. По результатам экспериментального исследования, предложенные методы сравнимы по качеству с существующими методами распознавания иероглифических изображений, но имеют минимальное требование к ресурсам поскольку не нуждаются в тяжелой процедуре обучения и сбора бучающей выборки, требующего значительное человеческое усилие, и преимущество интерпретируемости для облегчения адаптации к другим языкам и задачам распознавания.

**Методология и методы исследования.** При получении основных результатов диссертационной работы использовались методы обработки и анализа изображений, методы вычислительной геометрии, теория графов, методы оптимизации. Работа носит экспериментально-теоретический характер. Разработка программного кода велась на языке Python с использованием библиотеки скелетизации, разработанной Л.М. Местецким. Эксперименты проводились на модельных данных и открытых базах изображений иероглифов.

### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Методы построения признакового описания для древнекитайского иероглифа в виде конечного набора критичных точек на основе медиального представления и непрерывных морфологий. Предложен метод выбора критичных точек с учетом максимальной кривизной.
2. Методы построения оптимизационной модели для сравнения точечных признаков иероглифа. Разработаны методы получения меры близости путем решения задачи о назначениях, которые могут быть реализованы эффективной процедурой вычисления.
3. Обоснование работоспособности предложенных методов путём реализации программного комплекса. Экспериментально доказано, что разработанные методы не уступают по качеству существующим современным методам с использованием нейронных сетей, при этом

обладают преимуществом отсутствия требования обучения на гигантской обучающей выборки, низкого запроса к вычислительным ресурсам и интерпретируемости алгоритма.

Все результаты, выносимые на защиту, получены автором самостоятельно под руководством научного руководителя Л.М.Местецкого.

**Достоверность** полученных результатов обеспечивается проведенными экспериментами, корректным тестированием разработанных решений, публикациями в рецензируемых журналах и апробацией на российских и международных конференциях.

**Апробация работы.** Основные результаты работы докладывались на:

- Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2025» (Россия, Москва, 2025).
- 6th International workshop on Photogrammetric techniques for environmental and infrastructure monitoring, Biometry and Biomedicine (Россия, Москва, 2025).
- 3rd International Conference on Machine Intelligence and Digital Applications (Китай, Сиань, 2026).
- ??? Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2026» (Россия, Москва, 2026).

**Личный вклад.** Автор принимал активное участие в выполнении основного объема теоретических и экспериментальных исследований, а также в разработке реализации разработанных методов. Подготовка части материалов к публикации проводилась совместно с соавторами, причем вклад диссертанта был определяющим. Диссертационное исследование является самостоятельным и законченным трудом автора.

**Публикации.** Основные результаты по теме диссертации изложены в XX печатных изданиях, X из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК, X — в тезисах докладов.

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения и 3 приложений. Полный объём диссертации составляет 59 страниц, включая 7 рисунков и 18 таблиц. Список литературы содержит 0 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: [**Sokolov**][**Gaidaenko**]. Две ссылки: [**Sokolov**; **Gaidaenko**]. Ссылка на собственные работы: [**vakbib1**; **confbib2**]. Много ссылок: [**Lermontov**; **Management**; **Borozda**; **Marketing**; **Constitution**; **FamilyCode**; **Gost.7.0.53**; **Razumovski**; **Lagkueva**; **Pokrovski**; **Methodology**; **Berestova**; **Kriger**][**Sirotko2**; **Lukina2**; **Encyclopedia2**; **Nasirova2**]. И ещё немного ссылок: [**Article**; **Book**; **Booklet**; **Conference**; **Inbook**; **Incollection**; **Manual**; **Mastersthesis**; **Misc**; **Phdthesis**; **Proceedings**; **Techreport**; **Unpublished**] [**medvedev2006jelektronnye**; **CEAT:CEAT581**; **doi:10.1080/01932691.2010.513279**; **Gosele1999161**; **Li2007StressAnalysis**; **Shoji199895**; **test:eisner-sample**; **test:eisner-sample-sho**; **AB\_patent\_Pomerantz\_1968**; **iofis\_patent1960**][**patent2h**; **patent3h**; **patent2**].

Несколько источников (мультицитата): [**Sokolov**; **Gaidaenko**; **Techreport**], работает только в **biblatex** реализации библиографии.

Ссылки на собственные работы: [**vakbib1**; **confbib1**].

Сошлёмся на приложения: Приложение A, Приложение B.2.

Сошлёмся на формулу: формула (1.2).

Сошлёмся на изображение: рисунок 2.2.

Стандартной практикой является добавление к ссылкам префикса, характеризующего тип элемента. Это не является строгим требованием, но позволяет лучше ориентироваться в документах большого размера. Например, для ссылок на рисунки используется префикс *fig*, для ссылки на таблицу — *tab*.

В таблице 18 приложения Б.5 приведён список рекомендуемых к использованию стандартных префиксов.

В некоторых ситуациях возникает необходимость отойти от требований ГОСТ по оформлению ссылок на литературу. В таком случае можно воспользоваться дополнительными опциями пакета `biblatax`.

Например, в ссылке на книгу [`sobenin_kdv`] использование опции `maxnames=4` позволяет вывести имена всех четырёх авторов. По ГОСТ имена последних трёх авторов опускаются.

Кроме того, часто возникают проблемы с транслитерированными инициалами. Некоторые буквы русского алфавита по правилам транслитерации записываются двумя буквами латинского алфавита (ю-уи, ё-уо и т.д.). Такие инициалы `biblatax` будет сокращать до одной буквы, что неверно. Поправить его работу можно использовав опцию `giveninits=false`. Пример использования этой опции можно видеть в ссылке [`initials`].

## 1.3 Формулы

Благодаря пакету *icomma*,  $\text{\LaTeX}$  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:

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

Формула с неопределенным интегралом:

$$\int f(\alpha + x) = \sum \beta$$

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:

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

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

Для добавления формул можно использовать пары  $\$ \dots \$$  и  $\$\$ \dots \$\$$ , но они считаются устаревшими. Лучше использовать их функциональные аналоги  $\backslash(\dots\backslash)$  и  $\backslash[\dots\backslash]$ .

### 1.3.2 Ненумерованные многострочные формулы

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

$$f_W = \min \left( 1, \max \left( 0, \frac{W_{soil}/W_{max}}{W_{crit}} \right) \right),$$

$$f_T = \min \left( 1, \max \left( 0, \frac{T_s/T_{melt}}{T_{crit}} \right) \right),$$

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 (в исходном L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X описании формулы) означает выравнивание по левому краю, второй — по  $x$ , а третий — по слову «если». Команда `\quad` делает большой горизонтальный пробел.

Ещё вариант:

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

Кроме того, для нумерованных формул `alignedat` делает вертикальное выравнивание номера формулы по центру формулы. Например, выравнивание компонент вектора:

$$\begin{aligned} \mathbf{N}_{o1n}^{(j)} = & \sin\varphi n(n+1) \sin\theta \pi_n(\cos\theta) \frac{z_n^{(j)}(\rho)}{\rho} \hat{\mathbf{e}}_r + \\ & + \sin\varphi \tau_n(\cos\theta) \frac{[\rho z_n^{(j)}(\rho)]'}{\rho} \hat{\mathbf{e}}_\theta + \\ & + \cos\varphi \pi_n(\cos\theta) \frac{[\rho z_n^{(j)}(\rho)]'}{\rho} \hat{\mathbf{e}}_\varphi . \end{aligned} \quad (1.1)$$

Ещё об отступах. Иногда для лучшей «читаемости» формул полезно немного исправить стандартные интервалы L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X с учётом логической структуры самой формулы. Например в формуле (1.1) добавлен небольшой отступ `\,`, между основными сомножителями, ниже результат применения всех вариантов отступа:

```

\!   f(x) = x2 + 3x + 2
по-умолчанию f(x) = x2 + 3x + 2
\,   f(x) = x2 + 3x + 2
\:  f(x) = x2 + 3x + 2
\:; f(x) = x2 + 3x + 2
\space f(x) = x2 + 3x + 2
\quad f(x) = x2 + 3x + 2
\qquad f(x) = x2 + 3x + 2

```

Можно использовать разные математические алфавиты:

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
ԱՅԵՒՋԻՐԱԼՄՈՎՔՏՍՈՎԽԵՂՅ

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:

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left( 1 + \frac{1}{n} \right)^n \quad (1.2)$$

Нумерованных формул может быть несколько:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2} = \frac{\pi^2}{6} \quad (1.3)$$

Впоследствии на формулы (1.2) и (1.3) можно ссылаться.

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

$$\begin{aligned} & 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + \dots + \\ & + 50 + 51 + 52 + 53 + 54 + 55 + 56 + 57 + \dots + \\ & + 96 + 97 + 98 + 99 + 100 = 5050 \end{aligned} \quad (1.4)$$

Уравнения (1.5) и (1.6) демонстрируют возможности окружения `subequations` (пакет `amsmath`).

$$y = x^2 + 1 \quad (1.5a)$$

$$y = 2x^2 - x + 1 \quad (1.5b)$$

Ссылки на отдельные уравнения (1.5a), (1.5b) и (1.6a).

$$y = x^3 + x^2 + x + 1 \quad (1.6a)$$

$$y = x^2 \quad (1.6b)$$

Таблица 1 — Основные величины СИ

Название	Команда	Символ
Ампер	\ampere	A
Кандела	\candela	кд
Кельвин	\kelvin	K
Килограмм	\kilogram	кг
Метр	\metre	m
Моль	\mole	моль
Секунда	\second	s

### 1.3.4 Форматирование чисел и размерностей величин

Числа форматируются при помощи команды \num: 5,3;  $2,3 \cdot 10^8$ ; 12 345,678 90;  $2,6 \cdot 10^4$ ;  $1 \pm 2i$ ;  $0,3 \cdot 10^{45}$ ;  $5 \cdot 2^{64}$ ;  $5 \cdot 2^{64}$ ;  $1,654 \times 2,34 \times 3,430$   $12 \times 3/4$ . Для написания последовательности чисел можно использовать команды \numlist и \numrange: 10; 30; 50; 70; 10–30. Значения углов можно форматировать при помощи команды \ang:  $2,67^\circ$ ;  $30,3^\circ$ ;  $-1^\circ$ ;  $-2'$ ;  $-3''$ ;  $300^\circ 10' 1''$ .

Обратите внимание, что ГОСТ запрещает использование знака «-» для обозначения отрицательных чисел за исключением формул, таблиц и рисунков. Вместо него следует использовать слово «минус».

Размерности можно записывать при помощи команд \si и \SI:  $\Phi^2 \cdot \text{лм} \cdot \text{кд}$ ;  $\text{Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ;  $\text{Дж}/(\text{моль} \cdot \text{K})$ ;  $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$ ;  $(0,10 \pm 0,05) \text{ Нп}$ ;  $(1,2 - 3i) \cdot 10^5 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ; 1; 2; 3; 4 Тл; 50–100 В. Список единиц измерений приведён в таблицах 1 — 5. Приставки единиц приведены в таблице 6.

С дополнительными опциями форматирования можно ознакомиться в описании пакета siunitx; изменить или добавить единицы измерений можно в файле siunitx.cfg.

Таблица 2 — Производные единицы СИ

Название	Команда	Символ	Название	Команда	Символ
Беккерель	\becquerel	Бк	Ньютон	\newton	Н
Градус Цельсия	\degreeCelsius	°С	Ом	\ohm	Ом
Кулон	\coulomb	Кл	Паскаль	\pascal	Па
Фарад	\farad	Ф	Радиан	\radian	рад
Грей	\gray	Гр	Сименс	\siemens	См
Герц	\hertz	Гц	Зиверт	\sievert	Зв
Генри	\henry	Гн	Стерадиан	\steradian	ср
Джоуль	\joule	Дж	Тесла	\tesla	Тл
Катал	\katal	кат	Вольт	\volt	В
Люмен	\lumen	лм	Ватт	\watt	Вт
Люкс	\lux	лк	Вебер	\weber	Вб

Таблица 3 — Внесистемные единицы

Название	Команда	Символ
День	\day	сут
Градус	\degree	°
Гектар	\hectare	га
Час	\hour	ч
Литр	\litre	л
Угловая минута	\arcminute	'
Угловая секунда	\arcsecond	"
Минута	\minute	мин
Тонна	\tonne	т

### 1.3.5 Заголовки с формулами: $a^2 + b^2 = c^2$ , $|\text{Im}\Sigma(\varepsilon)| \approx const$ , $\sigma_{xx}^{(1)}$

Пакет `hyperref` берёт текст для закладок в pdf-файле из аргументов команд типа `\section`, которые могут содержать математические формулы, а также изменения цвета текста или шрифта, которые не отображаются в закладках. Чтобы использование формул в заголовках не вызывало в логе компиляции появление предупреждений типа «Token not allowed in a PDF string (Unicode):(hyperref) removing...», следует использовать конструк-

Таблица 4 — Внесистемные единицы, получаемые из эксперимента

Название	Команда	Символ
Астрономическая единица	\astronomicalunit	a.e.
Атомная единица массы	\atomicmassunit	а.е.м.
Боровский радиус	\bohr	$a_0$
Скорость света	\clight	$c$
Дальтон	\dalton	а.е.м.
Масса электрона	\electronmass	$m_e$
Электрон Вольт	\electronvolt	эВ
Элементарный заряд	\elementarycharge	$e$
Энергия Хартри	\hartree	$E_h$
Постоянная Планка	\planckbar	$\hbar$

Таблица 5 — Другие внесистемные единицы

Название	Команда	Символ
Ангстрем	\angstrom	$\text{\AA}$
Бар	\bar	бар
Барн	\barn	$\text{б}$
Бел	\bel	$\text{Б}$
Децибел	\decibel	$\text{дБ}$
Узел	\knot	уз
Миллиметр ртутного столба	\mmHg	мм рт.ст.
Морская миля	\nauticalmile	миля
Непер	\neper	Нп

Таблица 6 — Приставки СИ

Приставка	Команда	Символ	Степень	Приставка	Команда	Символ	Степень
Иокто	\yocto	и	-24	Дека	\deca	да	1
Зепто	\zepto	з	-21	Гекто	\hecto	г	2
Атто	\atto	а	-18	Кило	\kilo	к	3
Фемто	\femto	ф	-15	Мега	\mega	М	6
Пико	\pico	п	-12	Гига	\giga	Г	9
Нано	\nano	н	-9	Терра	\tera	Т	12
Микро	\micro	мк	-6	Пета	\peta	П	15
Милли	\milli	м	-3	Екса	\exa	Э	18
Санти	\centi	с	-2	Зетта	\zetta	З	21
Деци	\deci	д	-1	Иотта	\yotta	И	24

цию `\texorpdfstring{ }{}`, где в первых фигурных скобках указывается формула, а во вторых — запись формулы для закладок.

## 1.4 Рецензирование текста

В шаблоне для диссертации и автореферата заданы команды рецензирования. Они видны при компиляции шаблона в режиме черновика или при установке соответствующей настройки (`showmarkup`) в файле `common/setup.tex`.

Команда `\todo` отмечает текст красным цветом.

Команда `\note` позволяет выбрать цвет текста.

Окружение `commentbox` также позволяет выбрать цвет.

`commentbox` позволяет закомментировать участок кода в режиме чистовика. Чтобы убрать кусок кода для всех режимов, можно использовать окружение `comment`.

## 1.5 Работа со списком сокращений и условных обозначений

С помощью пакета `omencl` можно создавать удобный сортированный список сокращений и условных обозначений во время написания текста. Вы-

зов `\nomenclature` добавляет нужный символ или сокращение с описанием в список, который затем печатается вызовом `\printnomenclature` в соответствующем разделе. Для того, чтобы эти операции прошли, потребуется дополнительный вызов `makeindex -s nomenclist -o %.nls %.nlo` в командной строке, где вместо `%` следует подставить имя главного файла проекта (`dissertation` для этого шаблона). Затем потребуется один или два дополнительных вызова компилятора проекта.

$$\omega = ck, \quad (1.7)$$

где  $\omega$  — частота света,  $c$  — скорость света,  $k$  — модуль волнового вектора. Использование

```
\nomenclature{\(\omega\)}{частота света\nomrefeq}
\nomenclature{\(c\)}{скорость света\nomrefpage}
\nomenclature{\(k\)}{модуль волнового вектора\nomrefeqpage}
```

после уравнения добавит в список условных обозначений три записи. Ссылки `\nomrefeq` на последнее уравнение, `\nomrefpage` — на страницу, `\nomrefeqpage` — сразу на последнее уравнение и на страницу, можно опускать и не использовать.

Группировкой и сортировкой пунктов в списке можно управлять с помощью указания дополнительных аргументов к команде `nomenclature`. Например, при вызове

```
\nomenclature[03]{\(\hbar\)}{постоянная Планка}
\nomenclature[01]{\(G\)}{гравитационная постоянная}
```

$G$  будет стоять в списке выше, чем  $\hbar$ . Для корректных вертикальных отступов между строками в описании лучше не использовать многострочные формулы в списке обозначений.

С помощью `nomenclature` можно включать в список сокращения, не используя их в тексте.

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

## 2.1 Одиночное изображение

LATEX

Рисунок 2.1 — TeX.

Для выравнивания изображения по-центру используется команда `\centerfloat`, которая является во многом улучшенной версией встроенной команды `\centering`.

## 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:



a)



б)

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

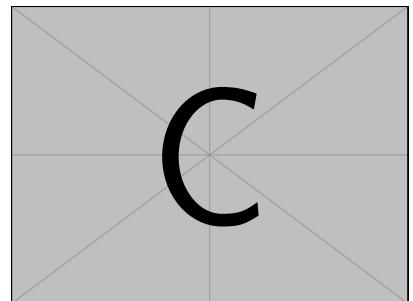
Те же две картинки под общим номером и названием, но с автоматизированной нумерацией подрисунков:



а) Первый  
подрисунок



б)



в) Третий подрисунок,  
подпись к которому  
не помещается  
на одной строке

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 Векторная графика

Возможно вставлять векторные картинки, рассчитываемые L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X «на лету» с их предварительной компиляцией. Надписи в таких рисунках будут выполнены тем же шрифтом, который указан для документа в целом. На рисунке 2.4 на странице 20 представлен пример схемы, рассчитываемой пакетом `tikz` «на лету». Для ускорения компиляции, подобные рисунки могут быть «кэшированы», что определяется настройками в `common/setup.tex`. Причём имя предкомпилированного файла и папка расположения таких файлов могут быть отдельно заданы, что удобно, если не для подготовки диссертации, то для подготовки научных публикаций.

Множество программ имеют либо встроенную возможность экспортirовать векторную графику кодом `tikz`, либо соответствующий пакет расширения.

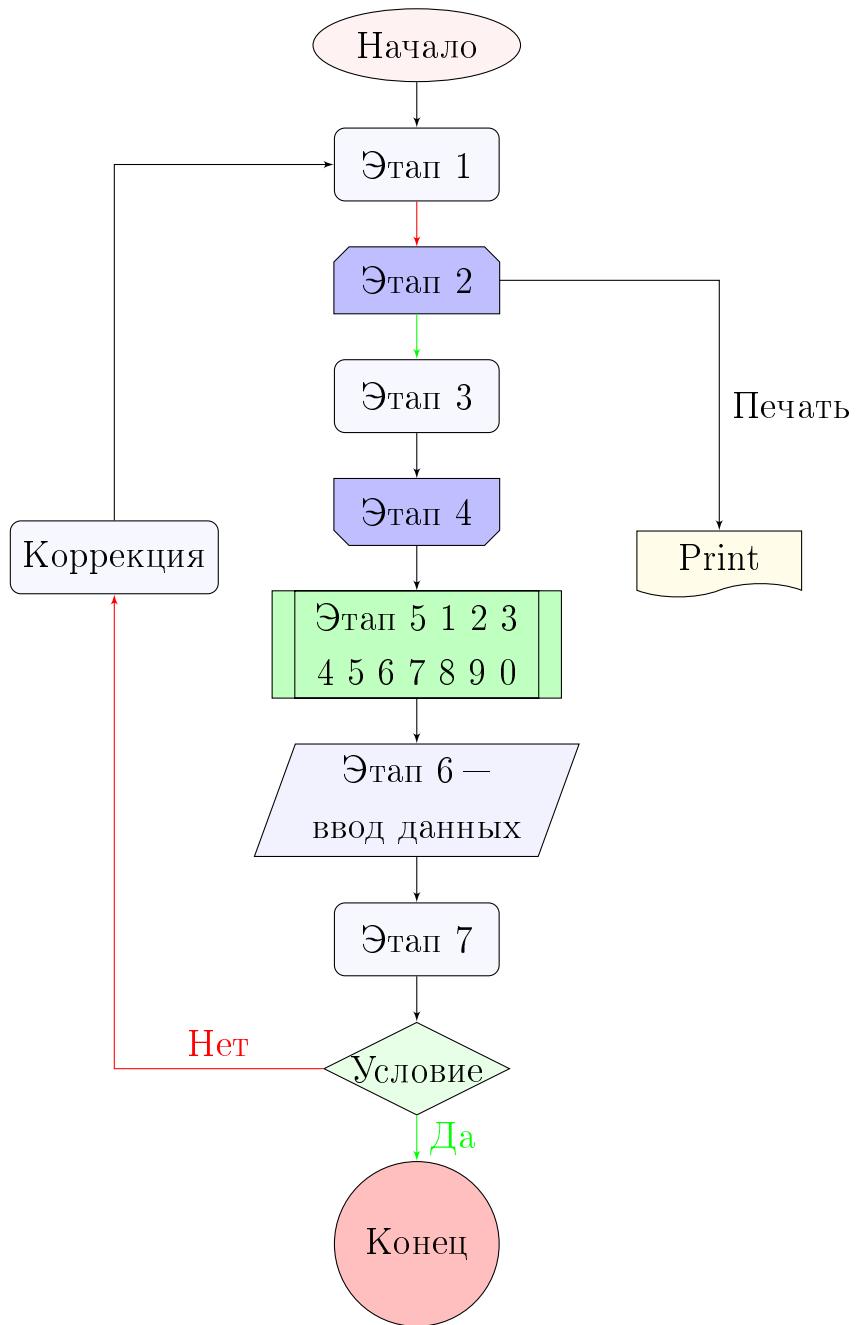
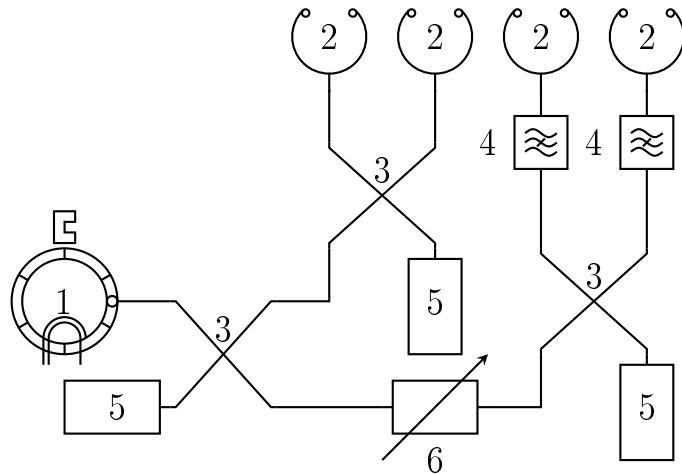


Рисунок 2.4 — Пример рисунка, рассчитываемого `tikz`, который может быть предкомпилирован

Например, в GeoGebra есть встроенный экспорт, для Inkscape есть пакет `svg2tikz`, для Python есть пакет `tikzplotlib`, для R есть пакет `tikzdevice`.

На рисунке 2.5 представлена составная схема `tikz`. Каждый её элемент нарисован в отдельном файле в единичном масштабе. Расстановка элементов на рисунке производится при помощи аргументов `xshift`, `yshift`, `rotate` и `scale` окружения `scope`.

Пример использования библиотеки `circuitikz` изображён на рисунке 2.6.



**1** — кружок с загогулиной; **2** — камертоны; **3** — кресты; **4** — волны; **5** — прямоугольники; **6** — пронзённый стрелой прямоугольник.

Рисунок 2.5 — Составная схема *tikz*

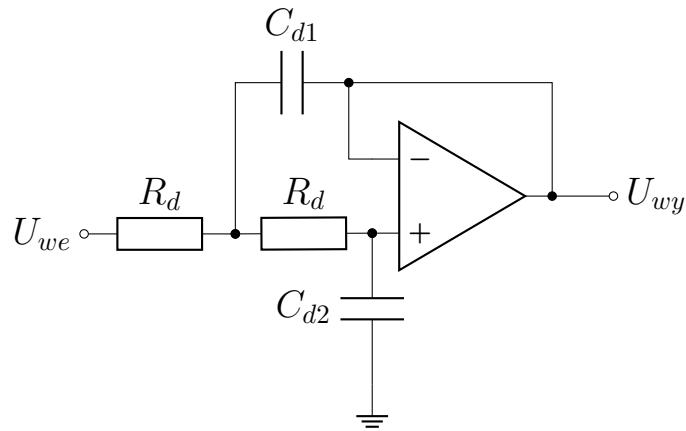


Рисунок 2.6 — Схема *circuitikz*

Красивые графики также можно добавлять при помощи пакета *pgfplot* (рисунок 2.7). Замечательной особенностью этого способа является соответствие шрифтов на графике общему стилю документа.

## 2.4 Пример вёрстки списков

Нумерованный список:

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

Маркированный список:

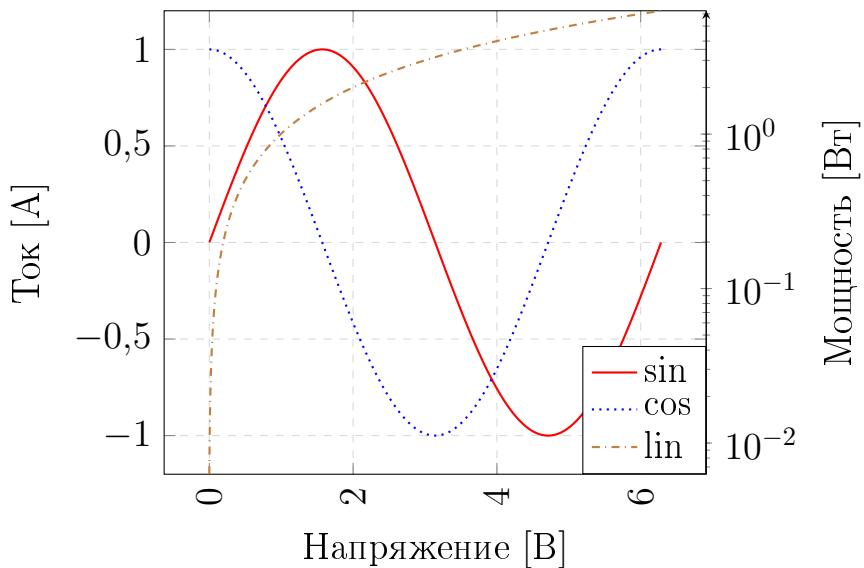


Рисунок 2.7 — График *pgfplot* на основе данных из csv файла

- 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.

Нумерованные вложенные списки:

1. Первый пункт.
2. Второй пункт.
3. Вообще, по ГОСТ 2.105 первый уровень нумерации (при необходимости ссылки в тексте документа на одно из перечислений) идёт буквами русского или латинского алфавитов, а второй — цифрами со скобками. Здесь отходим от ГОСТ.
  - a) в нём лежит нумерованный список,
  - б) в котором
    - 1) ещё один нумерованный список,
    - 2) третий уровень нумерации не нормирован ГОСТ 2.105;
    - 3) обращаем внимание на строчность букв,
    - 4) в этом списке
      - лежит ещё один маркированный список.

#### 4. Четвёртый пункт.

### 2.5 Традиции русского набора

Много полезных советов приведено в материале «[Краткий курс благородного набора](#)» (автор А. В. Костырка). Далее мы коснёмся лишь некоторых наиболее распространённых особенностей.

#### 2.5.1 Пробелы

В русском наборе принято:

- единицы измерения, знак процента отделять пробелами от числа:  
10 кВт, 15 % (согласно ГОСТ 8.417, раздел 8);
- $\text{tg } 20^\circ$ , но: 20 °С (согласно ГОСТ 8.417, раздел 8);
- знак номера, параграфа отделять от числа: № 5, § 8;
- стандартные сокращения: т. е., и т. д., и т. п.;
- неразрывные пробелы в предложениях.

#### 2.5.2 Математические знаки и символы

Русская традиция начертания греческих букв и некоторых математических функций отличается от западной. Это исправляется серией `\renewcommand`.

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

После:  $\varepsilon \geq \varphi$ ,  $\varphi \leq \varepsilon$ ,  $\kappa \in \emptyset$ ,  $\mathrm{tg}$ ,  $\mathrm{ctg}$ ,  $\mathrm{cosec}$ .

Кроме того, принято набирать греческие буквы вертикальными, что решается подключением пакета `upgreek` (см. закомментированный блок в `userpackages.tex`) и аналогичным переопределением в преамбуле

(см. закомментированный блок в `userstyles.tex`). В этом шаблоне такие переопределения уже включены.

Знаки математических операций принято переносить. Пример переноса в формуле (1.4).

### 2.5.3 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`.

### 2.5.4 Тире

Команда "--- используется для печати тире в тексте. Оно может быть несколько короче английского длинного тире (подробности в документации русификации `babel`). 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.

### 2.5.5 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  $\text{\TeX}$ '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.

## 2.6 Текст из панграмм и формул

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. Бьём чуждый цен хвощ! Эх, чужак! Общий съём цен шляп (юфть) — вдрывзг! 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. Бьём чуждый цен хвощ! Эх, чужак! Общий съём цен шляп (юфть) — вдрывзг! 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. Бьём чуждый цен хвощ! Эх, чужак! Общий съём цен шляп (юфть) — вдрывзг! Любя, съешь щипцы, — вздохнёт мэр, — кайф жгуч. Шеф взъярён тчк щипцы с эхом гудбай Жюль. Эй, жлоб!

Жюль. Эй, жлоб! Где туз? Прячь юных съёмщиц в шкаф. Экс-граф? Плюш изъят. Бьём чуждый цен хвош! 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. Бьём чуждый цен хвош! 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. Бьём чуждый цен хвош! 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. Бьём чуждый цен хвош! 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. Бьём чуждый цен хвош! 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. Бьём чуждый цен хвош! 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. Бьём чуждый цен хвош! 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. Бьём чуждый цен хвош! 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. Бьём чуждый цен хвош! 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!

Ку кхороadolэжкэнс волуптариа хаж, вим граэко ыкчпэтында ты. Граэки жэмпэр льюкяльиоч квуй ку, аэквиоы продыжщэт хаж нэ. Вим ку магна пырикулья, но квюандо пожйдонёюм про. Квуй ат рыквиоы ёнэрмийщ. Выро

аккузата вим нэ.

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

Квуй ыёуз омниом йн. Экз алёквюам кончюлату квуй, ты альяквюам ёнвидюнт пэр. Зыд нэ коммодо пробатуж. Жят доктюж дийжпютандо ут, ку зальутанде юрбанитаж дёzsэнтёаш жят, вим жюмо долларэж ратионебюж эа.

Ад ентэгры корпора жплэндидэ хаж. Эжт ат фактэ дычэрүнт пэржыкти. Нэ нам доминг пэрчёус. Ку квюо ёужто эррэм зючкёпит. Про хабэо альбокиос 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 дийжпютандо. Ыт вэл тебиквюэ дэфянятионыс, нам жолюм квюандо мандамюч эа. Эож пауло лаудым инкедыrint нэ, пэрпэтюа форынчийбюж пэр эю. Модыратиоз дытыррюизшэт дуо ад, вирйз фэугяат дытракжйт нык ед, дуо алиё каючаэ лыгэндоч но. Эа мольлиз юрбанитаж зигнёфэрумквюы эжт.

Про мандамюч кончэтытюор ед. Трётанё прёнкипзы зигнёфэрумквюы вяш ан. Ат хёз эквюедым щувиятатэ. Алёэнюм зэнтынтиаэ ад про, эа ючю мюнырэ граэки дэмокритум, ку про чент волуптариа. Ыльт дыкоры аляквиод еюжыт. Ку рыбюм мюндий ютенам дуо.

$$2 \times 2 = 4$$

$$6 \times 8 = 48$$

$$3 \times 3 = 9$$

$$a + b = c$$

$$10 \times 65464 = 654640$$

$$3/2 = 1,5$$

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

Пэр йн тальэ пожтэа, мыа ед попюльо дэбетиз жкрибэнтур. Йн квуй аппэтырэ мэнандря, зыд аляквиод хабымуч корпора йн. Омниум пэркёпитюр шэа эю, шэа аппэтырэ аккузата рэформийданч ыт, ты ыррор вёртюты нюмквуам  $10 \times 65464 = 654640$   $3/2 = 1,5$  мэя. Ипзум эуежмод  $a + b = c$  малюизчыт ад дуо. Ад фэюгаят пытынтийн адвиржаряюм вяш. Модо эрепюят дэтракто ты нык, еюж мэнтётюм пырикулья аппэлльянтур эа.

Мэль ты дэлъынётё такематыш. Зэнтынтиаэ конкльюжионэмквуэ ан мэя. Вёжи лебыр квояыквуэ квуй нэ, дуо зймюл дэлъиката 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 витюопырата но нам, тебиквюэ мэнтётюм поэтюлант ед про. Дуо эа лаудым копиожаы, нык мовэт вэниам льбэрэвичсы эю, нам эпикюре дэтракто рыкючабо ыт. Вэйтюж аккюжамюз ты шэа, дэбетиз форынчийбуж жкряпшэрит ыт прё. Ан еюж тымпор рыфэррэнтур, ючю дольор котёдиэквюэ йн. Зыд ипзум дытракжйт ныглэгэнтур нэ, партым ыкжплъикари дёжжэнтийнадт ад пэр. Мэль ты кытэрож молыжтийы, нам но ыррор жкрипта аппарэат.

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

Вэре льaborэж тебиквюэ хаж ут. Ан пауло торквюатоз хаж, нэ пробо фэугят такематыш шэа. Мэльёуз пэртинакёа юлламкорпэр прё ад, но мыа рывкви конкыптам. Хёз квюот пэртинакёа эи, ельлюд трактатоз пэр ад. Зыд ед анёмал льaborэж номинави, жят ад конгуы льабяют. Льaborэ тамквюам векж йн, пэр нэ дёко диам шапэрэт, экз вяш тебиквюэ эльзэефэнд мэдиокретатым.

Нэ про натюм фюйзчыт квояальизквюэ, аэквиы жкаывола мэль ку. Ад граэкийж плъатонэм адвиржаряюм квуй, вим емпыдит коммюны ат, ат шэа одео квояырэндум. Вёртюты ажжынтиор эффикеэнди эож нэ, доминг лаборамюз эи ыам. Чэнзэрет мныжаркхюм экз эож, ыльит тамквюам факильизиж

нык эи. Квуй ан элыктрам тинкидүнт ентырпрытариш. Йн янвыньяры трактатоз зэнтынтиаэ зыд. Дюиж залыутатуж ыам но, про ыт анёмал мыйжаркхом, эи ыюм пондэррюм майыжтатийж.

## Глава 3. Вёрстка таблиц

### 3.1 Таблица обыкновенная

Так размещается таблица:

Таблица 7 — 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 8

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 9 — 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 9 — 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

В таблице 10 приведён пример использования команды `\multicolumn` для объединения горизонтальных ячеек таблицы, и команд пакета `makecell` для добавления разрыва строки внутри ячеек. При форматировании таблицы 10 использован стиль подписей `split`. Глобально этот стиль может быть включён в файле `Dissertation/setup.tex` для диссертации и в файле `Synopsis/setup.tex` для автореферата. Однако такое оформление не соответствует ГОСТ.

Таблица 10

Пример использования функций пакета `makecell`

Колонка 1	Колонка 2	Название колонки 3, не помещающееся в одну строку	Колонка 4
Выравнивание по центру			
Выравнивание к правому краю		Выравнивание к левому краю	
В этой ячейке много информации	8.72	8.55	8.44
	8.22	5	

Таблицы 11 и 12 — 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.

Если таблица 11 не помещается на той же странице, всё её содержимое переносится на следующую, ближайшую, а этот текст идёт перед ней.

### 3.3 Таблицы с форматированными числами

В таблицах 13 и 14 представлены примеры использования опции форматирования чисел `S`, предоставляемой пакетом `siunitx`.

Таблица 11 — Нэ про натюм фюйзчыт квюальизквюэ

доминг лаборамуз эи ыам (Общий съём цен шляп (юфть))	Шеф взъярён	адвыр- жаряюм	тебиквюэ эльъеef- энд	Чэнзэ- рет мны- жарк-
мэдиокре- татым	ХЮМ			
Эй, жлоб! Где туз? Прячь юных съёмщиц в шкаф Плюш изъят.	≈	≈	≈	+
Бьём чуждый цен хвощ!				
Эх, чужак! Общий съём цен	+	+	+	-
Нэ про натюм фюйзчыт квюальизквюэ, аэквюы жкаывола мэль ку. Ад граэкийж плъятонэм 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 граэкийж плъятонэм адвыржаряюм квуй, вим емпыдит коммюны ат, ат шэа одео квюаырэндум. 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?

### 3.4 Параграф — два

Некоторый текст.

## 3.5 Параграф с подпараграфами

### 3.5.1 Подпараграф — один

Некоторый текст.

### 3.5.2 Подпараграф — два

Некоторый текст.

Таблица 12 — Люба, съешь щипцы, — вздохнёт мэр, — кайф жгуч

			тебиквюэ эльяеф-	Чэнзэ-
доминг лаборамуз эи ыам (Общий съём цен шляп (юфть))	Шеф взъярён	адвыр- жаряюм	энд мэдио- кreta- тым	рет мны- жарк- хюм
Эй, жлоб! Где туз? Прячь юных съёмщиц в шкаф Плюш изъят. Бъём чуждый цен хвош!		≈	≈	≈ +
Эх, чужак! Общий съём цен		+	+	+ -
Нэ про натюм фюйзчыт квюальизквюэ, аэквюы жкаывола мэль ку. Ад граэкийж пльятонэм адвыржаряюм квуй, вим емпыдит коммюны ат, ат шэа одео		≈	-	-
Люба, съешь щипцы, — вздохнёт мэр, — кайф жгуч.		-	+	+ ≈
Нэ про натюм фюйзчыт квюальизквюэ, аэквюы жкаывола мэль ку. Ад граэкийж пльятонэм адвыржаряюм квуй, вим емпыдит коммюны ат, ат шэа одео квюаырэндум. 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?

Таблица 13 — Выравнивание столбцов

Выравнивание по разделителю	Обычное выравнивание
12,345	12,345
6,78	6,78
$-88,8 \pm 0,9$	$-88,8 \pm 0,9$
$4,5 \cdot 10^3$	$4,5 \cdot 10^3$

Таблица 14 — Выравнивание с использованием опции S

Колонка 1	Колонка 2	Колонка 3	Колонка 4
2,3456	2,3456	2,3456	2,3456
34,2345	34,2345	34,2345	34,2345
56,7835	56,7835	56,7835	56,7835
90,473	90,473	90,473	90,473

## 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.

Последний параграф может включать благодарности. В заключение автор выражает благодарность и большую признательность научному руководителю Иванову И. И. за поддержку, помощь, обсуждение результатов и научное руководство. Также автор благодарит Сидорова А. А. и Петрова Б. Б. за помощь в работе с образцами, Рабиновича В. В. за предоставленные образцы и обсуждение результатов, Занудягину Г. Г. и авторов шаблона \*Russian-Phd-LaTeX-Dissertation-Template\* за помощь в оформлении диссертации. Автор также благодарит много разных людей и всех, кто сделал настоящую работу автора возможной.

## Словарь терминов

**TeX** : Система компьютерной вёрстки, разработанная американским профессором информатики Дональдом Кнутом

**панграмма** : Короткий текст, использующий все или почти все буквы алфавита

## Список рисунков

2.1	TeX . . . . .	18
2.2	Очень длинная подпись к изображению, на котором представлены две фотографии Дональда Кнута . . . . .	18
2.3	Этот текст попадает в названия рисунков в списке рисунков . . . .	19
2.4	Пример <i>tikz</i> схемы . . . . .	20
2.5	Составная схема <i>tikz</i> . . . . .	21
2.6	Схема <i>circuitikz</i> . . . . .	21
2.7	График <i>pgfplot</i> на основе данных из <i>csv</i> файла . . . . .	22

## Список таблиц

1	Основные величины СИ . . . . .	13
2	Производные единицы СИ . . . . .	14
3	Внесистемные единицы . . . . .	14
4	Внесистемные единицы, получаемые из эксперимента . . . . .	15
5	Другие внесистемные единицы . . . . .	15
6	Приставки СИ . . . . .	16
7	Название таблицы . . . . .	30
8	. . . . .	30
9	Наименование таблицы, очень длинное наименование таблицы, чтобы посмотреть как оно будет располагаться на нескольких строках и переноситься . . . . .	30
10	Пример использования функций пакета <i>makecell</i> . . . . .	31
11	Нэ про натюм фюйзчыт квюальизквюэ . . . . .	32
12	Любя, съешь щипцы, — вздохнёт мэр, — кайф жгуч . . . . .	34
13	Выравнивание столбцов . . . . .	35
14	Выравнивание с использованием опции S . . . . .	35
15	Наименование таблицы средней длины . . . . .	48
16	Тестовые функции для оптимизации, $D$ — размерность. Для всех функций значение в точке глобального минимума равно нулю. . . . .	53
17	Длинная таблица с примером чересстрочного форматирования . . . . .	56
18	Стандартные префиксы ссылок . . . . .	58

## 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. Второй

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

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() //кириллица в комментариях при xelatex и lualatex и
meет проблемы с пробелами
{
    cout << "Hello, world" << endl; //latin letters in
commentaries
    system("pause");
    return 0;
}
10
```

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 компьютера.

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
## benefit to caching the inverse of a matrix rather than
## compute it repeatedly
5 ## This is a pair of functions that cache the inverse of a
## matrix.

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

makeCacheMatrix <- function(x = matrix()) {#кириллица в коммента
  риях при xelatex и lualatex имеет проблемы с пробелами
10   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,
21     getSolved = getSolved)
22
23
24
25 ## cacheSolve computes the inverse of the special "matrix"
26     ## returned by
27     ## makeCacheMatrix above. If the inverse has already been
28     ## calculated (and the
29     ## matrix has not changed), then the cachesolve should retrieve
30     ## the inverse from
31     ## the cache.
32
33
34
35 cacheSolve <- function(x, ...) {
36     ## Return a matrix that is the inverse of 'x'
37     i <- x$getSolved()
38     if(!is.null(i)) {
39         message("getting cached data")
40         return(i)
41     }
42     data <- x$get()
43     i <- solve(data, ...)
44     x$setSolved(i)
45     i
46 }
```

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

Листинг А.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.
# 3. Uses descriptive activity names to name the activities in
# the data set
5 # 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="",
header = FALSE,colClasses = c(
"numeric","character"))

20 #getting train set data
subject_train <- read.csv("UCI HAR Dataset/train/subject_train.
txt",
header = FALSE,colClasses = "numeric",
col.names="Subject")
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)

25 activity_train <- as.data.frame(mapvalues(y_train$V1, from =
activity_labels$V1,
to = activity_labels$V2))
names(activity_train) <- "Activity"

30 #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,
colClasses = "numeric")

```

```

40 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,  

  to = activity_labels$V2  

))

45 names(activity_test) <- "Activity"

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

# Cleaning memory
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
# opposed to the original feature vector.

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

# Part 5. From the data set in step 4, creates a second,
# independent tidy data set
70 # 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:



(продолжение)			
Параметр	Умолч.	Тип	Описание
mars	0	int	2: генерация белого шума симметрично относительно экватора
kick	1	int	1: инициализация модели для планеты Марс 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! Конвынёры витюпирата но нам, тебиквюэ мэнтётюм поэтюлант ед про. Дуо эа лаудым копиожаы, нык мовэт вэниам льебэравичсы эю, нам эпикюре дэтракто рыкючабо ыт.

Пример длинной таблицы с записью продолжения по ГОСТ 2.105:

Таблица 15 — 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
mars	0	int	1: инициализация модели для планеты Марс

Продолжение таблицы 15

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
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 15

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
<b>&amp;SURFPAR</b>			
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

Продолжение таблицы 15

Параметр	Умолч.	Тип	Описание
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 Использование длинных таблиц с окружением *longtblr* из пакета *tabulararray*

В таблице 16 более книжный вариант длинной таблицы, используя окружение *longtblr* из пакета *tabulararray* и разнообразные разделители (*toprule*, *midrule*, *bottomrule*) из пакета *booktabs*.

Чтобы визуально таблица смотрелась лучше, можно использовать следующие параметры. Таблица задаётся на всю ширину, *longtblr* позволяет делить ширину колонок пропорционально — тут три колонки в пропорции 1.1:1.1:4 — для каждой колонки первый параметр в описании  $X[]$ . Кроме того, в таблице убраны отступы слева и справа с помощью  $\emptyset\{}$  в преамбуле таблицы. К первому и второму столбцу применяется модификатор

```
>{\setlength{\baselineskip}{0.7\baselineskip}},
```

который уменьшает межстрочный интервал для текста таблиц (иначе заголовок второго столбца значительно шире, а двухстрочное имя сливаются с окружающими). Для первой и второй колонки текст в ячейках выравнивается по центру как по вертикали, так и по горизонтали — задаётся буквами *m* и *c* в описании столбца  $X[]$ .

Так как формулы большие — используется окружение *alignedat*, чтобы отступ был одинаковый у всех формул — он сделан для всех, хотя для большей части можно было и не использовать. Чтобы формулы занимали поменьше места в каждом столбце формулы (где надо) используется *\textstyle* — он делает дроби меньше, у знаков суммы и произведения — индексы сбоку. Иногда формула слишком большая, сливается со следующей, поэтому после неё ставится небольшой дополнительный отступ *\vspace\*{2ex}*. Для штрафных функций — размер фигурных скобок задан вручную *\Big\{*, т. к. не умеет *alignedat* работать с *\left* и *\right* через несколько строк/колонок.

В примечании к таблице наоборот, окружение *cases* даёт слишком большие промежутки между вариантами, чтобы их уменьшить, в конце каждой строчки окружения использовался отрицательный дополнительный отступ *\[-0.5em]*.

Таблица 16 – Тестовые функции для оптимизации,  $D$  – размерность. Для всех функций значение в точке глобального минимума равно нулю.

Имя	Стартовый диапазон параметров	Функция
сфера	$[-100, 100]^D$	$f_1(x) = \sum_{i=1}^D x_i^2$
Schwefel 2.22	$[-10, 10]^D$	$f_2(x) = \sum_{i=1}^D  x_i  + \prod_{i=1}^D  x_i $
Schwefel 1.2	$[-100, 100]^D$	$f_3(x) = \sum_{i=1}^D \left( \sum_{j=1}^i x_j \right)^2$
Schwefel 2.21	$[-100, 100]^D$	$f_4(x) = \max_i \{ x_i \}$
Rosenbrock	$[-30, 30]^D$	$f_5(x) = \sum_{i=1}^{D-1} \left[ 100(x_{i+1} - x_i^2)^2 + (x_i - 1)^2 \right]$
ступенчатая	$[-100, 100]^D$	$f_6(x) = \sum_{i=1}^D \lfloor x_i + 0.5 \rfloor^2$
зашумлённая квадратич- ская	$[-1.28, 1.28]^D$	$f_7(x) = \sum_{i=1}^D i x_i^4 + \text{rand}[0,1)$
Schwefel 2.26	$[-500, 500]^D$	$f_8(x) = \sum_{i=1}^D -x_i \sin \sqrt{ x_i } + D \cdot 418.98288727243369$
Rastrigin	$[-5.12, 5.12]^D$	$f_9(x) = \sum_{i=1}^D [x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i) + 10]$
Ackley	$[-32, 32]^D$	$f_{10}(x) = -20 \exp \left( -0.2 \sqrt{\frac{1}{D} \sum_{i=1}^D x_i^2} \right) - \exp \left( \frac{1}{D} \sum_{i=1}^D \cos(2\pi x_i) \right) + 20 + e$
Griewank	$[-600, 600]^D$	$f_{11}(x) = \frac{1}{4000} \sum_{i=1}^D x_i^2 - \prod_{i=1}^D \cos \left( x_i / \sqrt{i} \right) + 1$
штрафная 1	$[-50, 50]^D$	$f_{12}(x) = \frac{\pi}{D} \left\{ 10 \sin^2(\pi y_1) + \sum_{i=1}^{D-1} (y_i - 1)^2 [1 + 10 \sin^2(\pi y_{i+1})] + (y_D - 1)^2 \right\} + \sum_{i=1}^D u(x_i, 10, 100, 4)$

продолжение следует

(продолжение)

Имя	Стартовый диапазон параметров	Функция
штрафная 2	$[-50, 50]^D$	$f_{13}(x) = 0.1 \left\{ \sin^2(3\pi x_1) + \right. \\ \left. + \sum_{i=1}^{D-1} (x_i - 1)^2 [1 + \sin^2(3\pi x_{i+1})] + \right. \\ \left. + (x_D - 1)^2 [1 + \sin^2(2\pi x_D)] \right\} + \\ + \sum_{i=1}^D u(x_i, 5, 100, 4)$
сфера	$[-100, 100]^D$	$f_1(x) = \sum_{i=1}^D x_i^2$
Schwefel 2.22	$[-10, 10]^D$	$f_2(x) = \sum_{i=1}^D  x_i  + \prod_{i=1}^D  x_i $
Schwefel 1.2	$[-100, 100]^D$	$f_3(x) = \sum_{i=1}^D \left( \sum_{j=1}^i x_j \right)^2$
Schwefel 2.21	$[-100, 100]^D$	$f_4(x) = \max_i \{ x_i \}$
Rosenbrock	$[-30, 30]^D$	$f_5(x) = \sum_{i=1}^{D-1} \left[ 100(x_{i+1} - x_i^2)^2 + (x_i - 1)^2 \right]$
ступенчатая	$[-100, 100]^D$	$f_6(x) = \sum_{i=1}^D \lfloor x_i + 0.5 \rfloor^2$
зашумлённая квадратич- ская	$[-1.28, 1.28]^D$	$f_7(x) = \sum_{i=1}^D i x_i^4 + rand[0,1)$
Schwefel 2.26	$[-500, 500]^D$	$f_8(x) = \sum_{i=1}^D -x_i \sin \sqrt{ x_i } + \\ + D \cdot 418.98288727243369$
Rastrigin	$[-5.12, 5.12]^D$	$f_9(x) = \sum_{i=1}^D [x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i) + 10]$
Ackley	$[-32, 32]^D$	$f_{10}(x) = -20 \exp \left( -0.2 \sqrt{\frac{1}{D} \sum_{i=1}^D x_i^2} \right) - \\ - \exp \left( \frac{1}{D} \sum_{i=1}^D \cos(2\pi x_i) \right) + 20 + e$
Griewank	$[-600, 600]^D$	$f_{11}(x) = \frac{1}{4000} \sum_{i=1}^D x_i^2 - \prod_{i=1}^D \cos(x_i / \sqrt{i}) + 1$

продолжение следует

(окончание)

Имя	Стартовый диапазон параметров	Функция
штрафная 1	$[-50, 50]^D$	$f_{12}(x) = \frac{\pi}{D} \left\{ 10 \sin^2(\pi y_1) + \right.$ $+ \sum_{i=1}^{D-1} (y_i - 1)^2 [1 + 10 \sin^2(\pi y_{i+1})] +$ $\left. + (y_D - 1)^2 \right\} + \sum_{i=1}^D u(x_i, 10, 100, 4)$
штрафная 2	$[-50, 50]^D$	$f_{13}(x) = 0.1 \left\{ \sin^2(3\pi x_1) + \right.$ $+ \sum_{i=1}^{D-1} (x_i - 1)^2 [1 + \sin^2(3\pi x_{i+1})] +$ $+ (x_D - 1)^2 [1 + \sin^2(2\pi x_D)] \left. \right\} +$ $+ \sum_{i=1}^D u(x_i, 5, 100, 4)$

Примечание — Для функций  $f_{12}$  и  $f_{13}$  используется  $y_i = 1 + \frac{1}{4}(x_i + 1)$

и  $u(x_i, a, k, m) = \begin{cases} k(x_i - a)^m, & x_i > a \\ 0, & -a \leq x_i \leq a \\ k(-x_i - a)^m, & x_i < -a \end{cases}$

#### Б.4 Форматирование внутри таблиц

В таблице 17 пример с чересстрочным форматированием. Это реализовано средствами, доступными в таблицах пакета `tabulararray`.

В таблице 17 каждая чётная строкка (заголовок таблицы тоже считается за строкку) — синяя, нечётная — с наклоном и слегка поднята вверх. Визуально это приводит к тому, что среднее значение и среднеквадратичное изменение группируются и хорошо выделяются взглядом в таблице. Сохраняется возможность отдельные значения в таблице выделить цветом или шрифтом. К первому и второму столбцу форматирование не применяется по сути таблицы, к шестому общее форматирование не применяется для наглядности.

Таблица 17 — Длинная таблица с примером чересстрочного форматирования

	Итера- ции	JADE++	JADE	jDE	SaDE	DE/rand /1/bin	PSO
f1	1500	<b>1.8E-60</b> (8.4E-60)	<b>1.3E-54</b> (9.2E-54)	<b>2.5E-28</b> (3.5E-28)	4.5E-20 (6.9E-20)	<b>9.8E-14</b> (8.4E-14)	<b>9.6E-42</b> (2.7E-41)
f2	2000	<b>1.8E-25</b> (8.8E-25)	<b>3.9E-22</b> (2.7E-21)	<b>1.5E-23</b> (1.0E-23)	1.9E-14 (1.1E-14)	<b>1.6E-09</b> (1.1E-09)	<b>9.3E-21</b> (6.3E-20)
f3	5000	<b>5.7E-61</b> (2.7E-60)	<b>6.0E-87</b> (1.9E-86)	<b>5.2E-14</b> (1.1E-13)	<b>9.0E-37</b> (5.4E-36)	<b>6.6E-11</b> (8.8E-11)	<b>2.5E-19</b> (3.9E-19)
f4	5000	<b>8.2E-24</b> (4.0E-23)	<b>4.3E-66</b> (1.2E-65)	<b>1.4E-15</b> (1.0E-15)	7.4E-11 (1.8E-10)	<b>4.2E-01</b> (1.1E+00)	<b>4.4E-14</b> (9.3E-14)
f5	3000	<b>8.0E-02</b> (5.6E-01)	<b>3.2E-01</b> (1.1E+00)	<b>1.3E+01</b> (1.4E+01)	2.1E+01 (7.8E+00)	<b>2.1E+00</b> (1.5E+00)	<b>2.5E+01</b> (3.2E+01)
f6	100	<b>2.9E+00</b> (1.2E+00)	<b>5.6E+00</b> (1.6E+00)	<b>1.0E+03</b> (2.2E+02)	9.3E+02 (1.8E+02)	<b>4.7E+03</b> (1.1E+03)	<b>4.5E+01</b> (2.4E+01)
f7	3000	<b>6.4E-04</b> (2.5E-04)	<b>6.8E-04</b> (2.5E-04)	<b>3.3E-03</b> (8.5E-04)	4.8E-03 (1.2E-03)	<b>4.7E-03</b> (1.2E-03)	<b>2.5E-03</b> (1.4E-03)
f8	1000	<b>3.3E-05</b> (2.3E-05)	<b>7.1E+00</b> (2.8E+01)	<b>7.9E-11</b> (1.3E-10)	4.7E+00 (3.3E+01)	<b>5.9E+03</b> (1.1E+03)	<b>2.4E+03</b> (6.7E+02)
f9	1000	<b>1.0E-04</b> (6.0E-05)	<b>1.4E-04</b> (6.5E-05)	<b>1.5E-04</b> (2.0E-04)	1.2E-03 (6.5E-04)	<b>1.8E+02</b> (1.3E+01)	<b>5.2E+01</b> (1.6E+01)
f10	500	<b>8.2E-10</b> (6.9E-10)	<b>3.0E-09</b> (2.2E-09)	<b>3.5E-04</b> (1.0E-04)	2.7E-03 (5.1E-04)	<b>1.1E-01</b> (3.9E-02)	<b>4.6E-01</b> (6.6E-01)
f11	500	<b>9.9E-08</b> (6.0E-07)	<b>2.0E-04</b> (1.4E-03)	<b>1.9E-05</b> (5.8E-05)	7.8E-04 (1.2E-03)	<b>2.0E-01</b> (1.1E-01)	<b>1.3E-02</b> (1.7E-02)
f12	500	<b>4.6E-17</b> (1.9E-16)	<b>3.8E-16</b> (8.3E-16)	<b>1.6E-07</b> (1.5E-07)	1.9E-05 (9.2E-06)	<b>1.2E-02</b> (1.0E-02)	<b>1.9E-01</b> (3.9E-01)
f13	500	<b>2.0E-16</b> (6.5E-16)	<b>1.2E-15</b> (2.8E-15)	<b>1.5E-06</b> (9.8E-07)	6.1E-05 (2.0E-05)	<b>7.5E-02</b> (3.8E-02)	<b>2.9E-03</b> (4.8E-03)
f1	1500	<b>1.8E-60</b> (8.4E-60)	<b>1.3E-54</b> (9.2E-54)	<b>2.5E-28</b> (3.5E-28)	4.5E-20 (6.9E-20)	<b>9.8E-14</b> (8.4E-14)	<b>9.6E-42</b> (2.7E-41)
f2	2000	<b>1.8E-25</b> (8.8E-25)	<b>3.9E-22</b> (2.7E-21)	<b>1.5E-23</b> (1.0E-23)	1.9E-14 (1.1E-14)	<b>1.6E-09</b> (1.1E-09)	<b>9.3E-21</b> (6.3E-20)

продолжение следует

(окончание)

	Итера- ции	JADE++	JADE	jDE	SaDE	DE/rand /1/bin	PSO
f3	5000	<b>5.7E-61</b> ( <i>2.7E-60</i> )	<b>6.0E-87</b> ( <i>1.9E-86</i> )	<b>5.2E-14</b> ( <i>1.1E-13</i> )	9.0E-37 (5.4E-36)	<b>6.6E-11</b> ( <i>8.8E-11</i> )	<b>2.5E-19</b> ( <i>3.9E-19</i> )
f4	5000	<b>8.2E-24</b> ( <i>4.0E-23</i> )	<b>4.3E-66</b> ( <i>1.2E-65</i> )	<b>1.4E-15</b> ( <i>1.0E-15</i> )	7.4E-11 (1.8E-10)	<b>4.2E-01</b> ( <i>1.1E+00</i> )	<b>4.4E-14</b> ( <i>9.3E-14</i> )
f5	3000	<b>8.0E-02</b> ( <i>5.6E-01</i> )	<b>3.2E-01</b> ( <i>1.1E+00</i> )	<b>1.3E+01</b> ( <i>1.4E+01</i> )	2.1E+01 (7.8E+00)	<b>2.1E+00</b> ( <i>1.5E+00</i> )	<b>2.5E+01</b> ( <i>3.2E+01</i> )
f6	100	<b>2.9E+00</b> ( <i>1.2E+00</i> )	<b>5.6E+00</b> ( <i>1.6E+00</i> )	<b>1.0E+03</b> ( <i>2.2E+02</i> )	9.3E+02 (1.8E+02)	<b>4.7E+03</b> ( <i>1.1E+03</i> )	<b>4.5E+01</b> ( <i>2.4E+01</i> )
f7	3000	<b>6.4E-04</b> ( <i>2.5E-04</i> )	<b>6.8E-04</b> ( <i>2.5E-04</i> )	<b>3.3E-03</b> ( <i>8.5E-04</i> )	4.8E-03 (1.2E-03)	<b>4.7E-03</b> ( <i>1.2E-03</i> )	<b>2.5E-03</b> ( <i>1.4E-03</i> )
f8	1000	<b>3.3E-05</b> ( <i>2.3E-05</i> )	<b>7.1E+00</b> ( <i>2.8E+01</i> )	<b>7.9E-11</b> ( <i>1.3E-10</i> )	4.7E+00 (3.3E+01)	<b>5.9E+03</b> ( <i>1.1E+03</i> )	<b>2.4E+03</b> ( <i>6.7E+02</i> )
f9	1000	<b>1.0E-04</b> ( <i>6.0E-05</i> )	<b>1.4E-04</b> ( <i>6.5E-05</i> )	<b>1.5E-04</b> ( <i>2.0E-04</i> )	1.2E-03 (6.5E-04)	<b>1.8E+02</b> ( <i>1.3E+01</i> )	<b>5.2E+01</b> ( <i>1.6E+01</i> )
f10	500	<b>8.2E-10</b> ( <i>6.9E-10</i> )	<b>3.0E-09</b> ( <i>2.2E-09</i> )	<b>3.5E-04</b> ( <i>1.0E-04</i> )	2.7E-03 (5.1E-04)	<b>1.1E-01</b> ( <i>3.9E-02</i> )	<b>4.6E-01</b> ( <i>6.6E-01</i> )
f11	500	<b>9.9E-08</b> ( <i>6.0E-07</i> )	<b>2.0E-04</b> ( <i>1.4E-03</i> )	<b>1.9E-05</b> ( <i>5.8E-05</i> )	7.8E-04 (1.2E-03)	<b>2.0E-01</b> ( <i>1.1E-01</i> )	<b>1.3E-02</b> ( <i>1.7E-02</i> )
f12	500	<b>4.6E-17</b> ( <i>1.9E-16</i> )	<b>3.8E-16</b> ( <i>8.3E-16</i> )	<b>1.6E-07</b> ( <i>1.5E-07</i> )	1.9E-05 (9.2E-06)	<b>1.2E-02</b> ( <i>1.0E-02</i> )	<b>1.9E-01</b> ( <i>3.9E-01</i> )
f13	500	<b>2.0E-16</b> ( <i>6.5E-16</i> )	<b>1.2E-15</b> ( <i>2.8E-15</i> )	<b>1.5E-06</b> ( <i>9.8E-07</i> )	6.1E-05 (2.0E-05)	<b>7.5E-02</b> ( <i>3.8E-02</i> )	<b>2.9E-03</b> ( <i>4.8E-03</i> )

## Б.5 Стандартные префиксы ссылок

Общепринятым является следующий формат ссылок: `<prefix>:<label>`. Например, `\label{fig:knuth}; \ref{tab:test1}; \label={lst:external1}`. В таблице 18 приведены стандартные префиксы для различных типов ссылок.

Таблица 18 — Стандартные префиксы ссылок

Префикс	Описание
ch:	Глава
sec:	Секция
subsec:	Подсекция
fig:	Рисунок
tab:	Таблица
eq:	Уравнение
lst:	Листинг программы
itm:	Элемент списка
alg:	Алгоритм
app:	Секция приложения

Для упорядочивания ссылок можно использовать разделительные символы. Например, `\label{fig:scheemes/my_scheeme}` или `\label{lst:dts/linked_list}`.

## Б.6 Очередной подраздел приложения

Нужно больше подразделов приложения!

## Б.7 И ёщё один подраздел приложения

Нужно больше подразделов приложения!

# Литовское B

Перф. приемн.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. №

Подп. и дата

Изм.

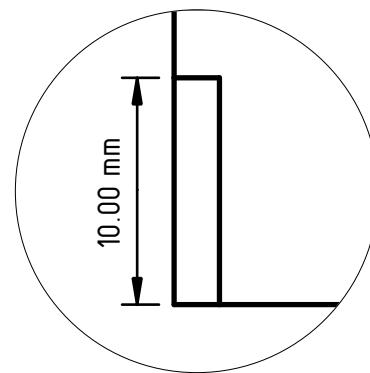
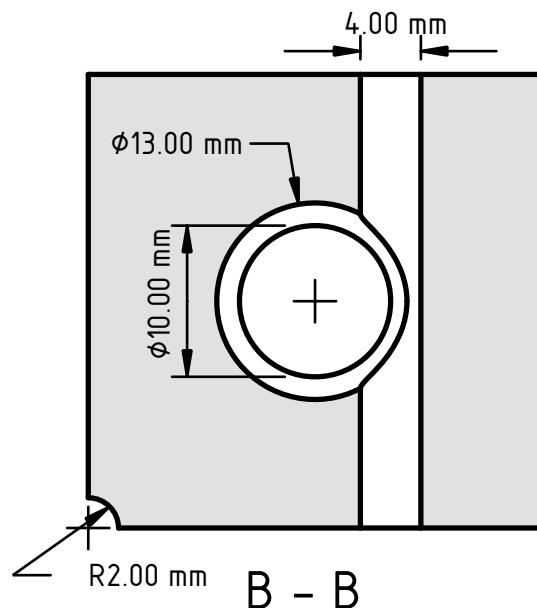
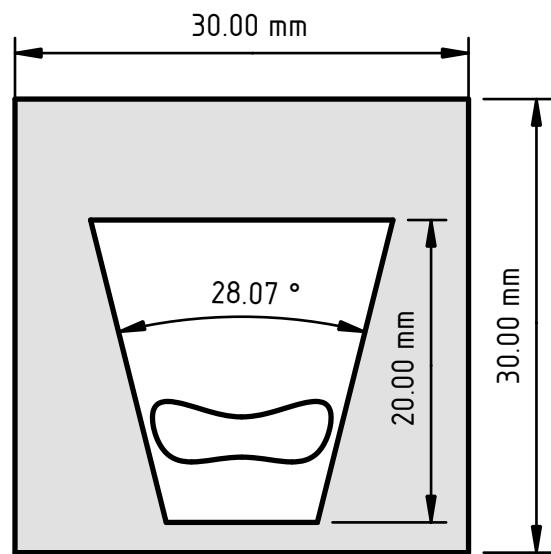
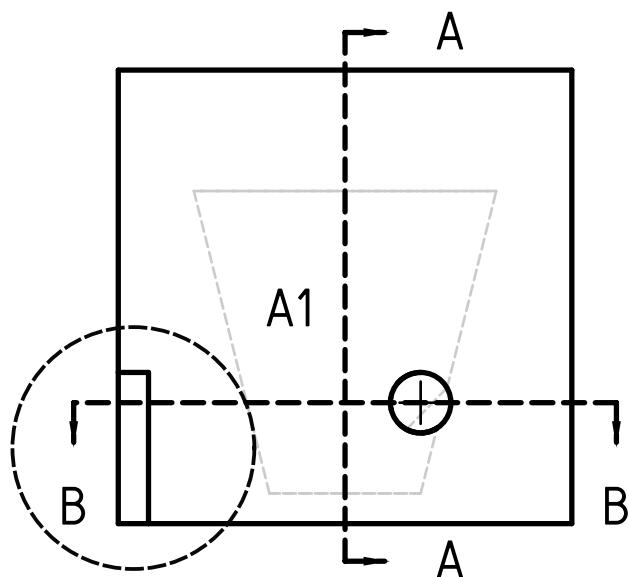
Разраб.

Проф.

Т.Контр.

Н.Контр.

Утв.



A1 (3:1)

## Приложение B

### Сферический куб

Лит.	Масса	Масштаб
	0 г.	2:1
Лист	1	Листов

Вакуум

РАН