Проектно-технологическая практика

Макаров П. А., доцент кафедры ПМиКН,
ФГБОУ ВО «СыктГУ им. Питирима Сорокина»

Сыктывкар, 2025

Аннотация

Методические материалы по проектно-технологической учебной практике. Предназначены для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» в Институте точных наук и информационных технологий Сыктывкарского государственного университета. Подготовлено для группы 121-ПМо, проходящей практику в четвёртом семестре в 2024-2025 учебном году.

Содержание

1 Общие положения **2**
- 1.1 Цели и задачи . . . 2
- 1.2 Связь с другими дисциплинами . . . 3
- 1.3 План работы . . . 3
- 1.4 Аттестация . . . 4
- 1.5 Структура и содержание отчёта . . . 4

2 Теоретический минимум **5**

3 Научные поисковые системы **5**

4 Программные инструменты **6**
- 4.1 TEX и LATEX . . . 6
- 4.2 Работа с библиографией . . . 6
- 4.3 Научная графика . . . 7
- 4.4 Языки программирования, среды разработки, фреймворки и библиотеки . . . 7

5 Практические задания **8**
5.1 Знакомство с рабочей средой UNIX-like ОС 8
5.2 Язык R 9
5.2.1 Первое знакомство с языком R и его интерпретатором . . . 9
5.2.2 Основы языка R 10
5.2.3 R в качестве СКМ общего назначения 10
5.2.4 Основы математической статистики 11
5.2.5 Статистический анализ данных в R 12
5.3 Язык R в Data Science с использованием набора пакетов `tidyverse` 12
5.4 Анализ данных, математическое моделирование и машинное обучение с использованием набора пакетов `tidyverse` и `tidymodels` 12

6 Примерные темы исследовательских проектов **13**

Список источников **17**

1 Общие положения

1.1 Цели и задачи

Цель практики. Формирование способности: управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни; разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения практических задач; использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения; осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта.

Задачи практики.

1. Закрепление и расширение знаний, полученных при изучении базовых дисциплин первого и второго курсов, повышения общей и профессиональной эрудиции;
2. Сбор и анализ теоретического и справочного материала для выполнения индивидуального задания;
3. Изучение языка R и среды разработки RStudio;
4. Осуществление поиска данных, их подготовка и разметка для выполнения практического задания;
5. Выбор методов машинного обучения для выполнения практического задания;

6. Определение метрики оценки результатов использования методов машинного обучения в рамках выполнения практического задания;
7. Выбор инструментальных средств для выполнения практического задания;
8. Разработка модели машинного обучения для выполнения практического задания;
9. Формулирование теоретических и практических выводов на основе критического переосмысления накопленного опыта.

Проектно-технологическая практика предназначена для закрепления знаний о методах и технологиях программирования, а также ознакомления студентов с методами работы прикладного программного обеспечения в области математической статистики и анализа данных. Практика даёт базовые навыки программирования и алгоритмизации, а также проведения работ по проектированию информационных систем.

1.2 Связь с другими дисциплинами

Учебная практика формирует более глубокое понимание теоретических знаний и прививает навыки использования их для решения профессиональных, творческих и исследовательских задач. При прохождении практики предполагается знакомство студентов со следующими дисциплинами: «Основы информатики», «Языки программирования», «Алгоритмы и алгоритмические языки», «Практикум на ЭВМ», «Операционные системы».

Знания, умения и навыки, полученные в ходе практической подготовки могут использоваться при последующем изучении таких дисциплин, как: «Информационные системы», «Алгоритмы и структуры данных», «Анализ больших данных с использованием Python», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Численные методы», а также при выполнении научных исследований, в том числе в рамках курсовых работ и выпускной кфалификационной работы.

1.3 План работы

1. Введение (8 ч.);
2. Изучение необходимой теории (32 ч.);
3. Непосредственное выполнение практических заданий (64 ч.);

4. Подготовка отчёта (32 ч.);
5. Защита отчёта (8 ч.).

Общий объём практики: 144 ч. в форме практической подготовки.

1.4 Аттестация

Согласно учебному плану по практике предусмотрен дифференцированный зачёт. Основное требование для получения зачёта — **защита выполненного отчёта о проделанной работе.** Дополнительно необходимо предоставить на кафедру дневник практики (его шаблон можно скачать по данной ссылке).

1.5 Структура и содержание отчёта

Структура отчёта.

1. Титульный лист;
2. Введение;
3. Теоретическая часть;
4. Практическая часть;
5. Заключение;
6. Список использованных источников;
7. Приложения.

Во введении ставятся цели и определяются задачи практики.

Теоретическая часть представляет собой краткий обзор изученных технологий и инструментов.

Практическая часть представляет собой подробное описание реализаций индивидуального задания.

Оформление решения заданий в отчёте должно включать следующие элементы:

1. Точная формулировка постановки задачи;
2. Математический анализ проблемы;
3. Блок-схемы или словесное описание реализуемых алгоритмов;
4. Коды программ на языке R, а также сопутствующих скриптов;
5. Распечатки или скриншоты сеансов работы программ;
6. Необходимые исходные данные, результаты их обработки и анализа.

В заключении отражаются результаты прохождения практики и подводятся итоги.

Отчёт необходимо подготовить с помощью системы LaTeX. Его электронная версия должна быть своевременно представлена руководителю практики, а печатная — сдаётся после защиты на кафедру.

2 Теоретический минимум

В качестве основной литературы рекомендуются источники [1—6].

1. Основы математической статистики [2, 7—9];
2. Математические модели и оценивание их параметров [5, Гл. 1];
3. Итерационные методы теории обучения для оценивания параметров математических моделей [5, Гл. 2];
4. Методы выбора “Наилучшей Модели”. Сокращение размерности признакового пространства [5, Гл. 3];
5. Основы теории нейронных сетей [5, Гл. 4];
6. Основы теории распознавания [5, Гл. 5];
7. Решающие (дискриминантные) функциии [5, Гл. 6];
8. Классификация с помощью функций расстояния [5, Гл. 7];
9. Статистические методы распознавания [5, Гл. 8];
10. Методы снижения размерности [5, Гл. 9];
11. Язык R [1, 3, 10—13];
12. Набор пакетов `tidyverse` [4];
13. Математическое моделирование с помощью пакетов `tidyverse` и `tidymodels` [6];
14. Визуализация данных [4, 14, 15].

3 Научные поисковые системы

- Google Академия scholar.google.com [16];
- Mendeley mendeley.com [17];
- arXiv arxiv.org [18];
- Научная электронная библиотека elibrary.ru [19];
- Web of Science webofknowledge.com [20];
- Scopus scopus.com [21];
- ScienceDirect sciencedirect.com [22];
- Springer Link link.springer.com [23];

- Электронная библиотека Института инженеров по электротехнике и электронике IEEE Xplore [24];
- Интеллектуальная Система Тематического Исследования НАукометрических данных ИСТИНА [25];
- MathSciNet mathscinet.ams.org [26];
- Проект Евклид projecteuclid.org [27];
- MathNet mathnet.ru [28];

4 Программные инструменты

4.1 TEX и LATEX

Лично я изучал LATEX по книге Котельникова и Чеботарева [29], поэтому рекомендую прочесть из неё по крайней мере главы 1–6. Ещё одна классическая книга по набору и вёрстке текстов в системе LATEX написана Львовским [30]. По большому счёту, этих источников вполне достаточно, однако, возможно, вам больше понравится (или будет более полезной) книга Столярова [31] (по крайней мере, она гораздо короче). Кроме того, настойчиво рекомендую ознакомиться с книгой Дональда Кнута — создателя системы TEX [32].

Также перед началом работы очень советую прочесть Краткий курс благородного набора [33]. Ещё один крайне полезный при наборе документов ресурс — Detexify [34], созданный Дэниелем Киршем.

Файлы с расширением `.tex` — это обычные текстовые файлы (написанные на языке разметки текста LATEX). Открывать и редактировать их можно с помощью любого текстового редактора[1].

Для работы с издательской системой LATEX на локальном компьютере необходимо установить соответствующий набор программного обеспечения. Рекомендуется использовать актуальный дистрибутив TeX Live [35]. В настоящее время существуют и различные онлайн ресурсы для работы с системой LATEX, в частности проект Overleaf [36].

4.2 Работа с библиографией

Для работы с библиографией в LATEX есть две возможности:

[1] Ни в коем случае не пытайтесь использовать для этого MS Word или что-то подобное!

1. ручной набор списка литературы текущего документа с помощью окружения `thebibliography`;
2. создание библиографической базы данных и автоматическая генерация списка литературы.

Во втором случае практически стандартом является связка двух пакетов: BibLaTeX [37] и Biber [38] (вариант использования BibTeX [39] ещё встречается, но не является рекомендуемым). Вместе с тем, вручную составлять достаточно объёмные библиографические базы данных бывает весьма затруднительно, поэтому используются системы управления библиографической информацией, такие как JabRef [40] и Mendeley Desktop [41].

4.3 Научная графика

Одним из самых широко используемых инструментов для визуализации данных является Gnuplot [42]. Официальная документация проекта доступна по данной ссылке [43]. Также существует страница с демонстрационными примерами [44]. Кроме этих, имеется огромное множество и других источников, одно перечисление которых — весьма трудоёмкая задача. Поэтому ограничимся только ещё одной полезной ссылкой [45].

Ещё один мощный инструмент создания научных изображений высокого качества — язык описания векторной графики Asymptote [46]. Официальная документация доступна по данной ссылке [47]. Крайне рекомендуются для изучения монографии Ю. М. Волченко [48] и P. Ivaldi [49]. В сети есть по-крайней мере две обширных галерии примеров: официальная (англоязычная) [50] и неофициальная (франкоязычная) [51]. В настоящее время существует даже вебприложение [52], позволяющее запускать программы на языке Asymptote непосредственно в браузере.

4.4 Языки программирования, среды разработки, фреймворки и библиотеки

- R [53].
- RStudio IDE & Desktop [54].
- Jupyter [55].
- Kaggle [56].
- ROOT [57].

Для выполнения практических заданий подготовлен сервер под управлением UNIX-подобной ОС Ubuntu Linux. Доступ к серверу возможен с помощью любого браузера по адресу https://mpa.komisc.ru. Для подключения к серверу необходимо ввести имя своего пользователя и пароль, примеры которых можно найти в таблице 1. Также доступ к серверу возможен по протоколу `SSH` (адрес: `62.76.156.201`, порт: `2277`).

Таблица 1: Примеры логинов и паролей

Фамилия И. О.	`login`	`password`
Иванов И. И.	`ivanovii`	`iiivanov`
Петров П. П.	`petrovpp`	`pppetrov`
Сидоров С. С.	`sidorovss`	`sssidorov`

Замечание 1. *При вводе пароля нет причин беспокоиться о том, что он не отображается при наборе. Это совершенно естественная ситуация, связанная с требованиями безопасности. Постарайтесь набрать логин и пароль без ошибок, после чего вы без каких-либо проблем войдёте на сервер.*

При отсутствии опыта работы с UNIX-подобными системами следует ознакомиться с параграфами 1, 2 и 4 пособия Столярова [58] или раздел 1.2 из книги [59] того же автора.

5 Практические задания

5.1 Знакомство с рабочей средой UNIX-like ОС

Ознакомьтесь со следующими командами/утилитами/справочными страницами/сигналами. Изучите необходимую документацию и исследуйте на практике.

1. `man`, `man man`, `man intro`, `whoami`, `man whoami` `id`, `pwd`, `echo`, `echo $SHELL`, `echo $HOME`, `echo $PATH`, `ls`, `ls -a`, `ls -l`, `cd`, `mkdir`, `touch`, `cat`, `more`, `less`, `EOF`, `Ctrl+D`, `cp`, `mv`, `rm`, `date`, `cal`, `calendar`, `cowsay`, `sl`, `sl -aF`, `mc`, `Ctrl+Z`, `fg`, `jobs`, `vimtutor ru`, `logout`.
2. WinSCP — узнать/прочитать/протестировать портативную версию (в том числе обмен файлами с удалённым сервером).
3. Вычисления с помощью `bc`: `echo "s(1/2)"|bc -l`.

4. `users`, `who`, `w`, `wall`, `write`, `mesg`, `chown`, `chmod`, `find`, `grep`, `watch`, `arch`, `uname`, `uptime`, `dmesg`, `ps`, `htop`, `kill`, `stat`, `ss`, `nvtop`, `powertop`.
5. `sort -k`, `basename`, `xargs`, `ls | xargs -n 1 basename`.
6. `seq`, `wc`, `file`, `time`, `hexdump`, `objdump`, `diff`, `cmp`, `man standards`, `gcc`, `gdb`, `syscall`, `syscalls`, `sysctl`, `lsmod`, `modinfo`, `modprobe`.
7. Gnuplot — пример графики в консоли.

```
$ gnuplot
set term dumb
set xrange [-pi:pi]
p sin(x) w l, cos(x) w d
quit
```

8. Используя терминал Gnuplot `cairolatex` [60], постройте графики распределения Пуассона для нескольких значений λ в виде отдельного файла в формате PDF.
9. Asymptote — простейший пример.

```
size(5cm);
settings.outformat = "pdf";
draw(unitcircle, red);
filldraw(shift(2,-1)*unitsquare, blue, green);
```

10. Используя модуль Asymptote `graph`, постройте графики распределения Гаусса для нескольких значений μ и σ^2 в виде отдельного файла в формате PDF.
11. LaTeX: класс документа `extreport`, шаблон отчёта. Опишите в данном документе то, что вам удалось сделать в п. 8 и 10 данного списка.

5.2 Язык R

5.2.1 Первое знакомство с языком R и его интерпретатором

1. Первый сеанс и завершение работы.

```
$ R
> q()
> q("no")
> q("yes")
$ ls -a
```

2. Знакомство со встроенной справочной системой.

```
> help()
> help(q)
> # or
> ?q
> ^r # reverse search in history
> help.search("vector")
> ?base::vector
> apropos("vector")
> ?vector
> apropos("sin")
> ?sinpi
> ?"+"
> ?"&"
```

3. R в качестве калькулятора.

```
> 2+7
[1] 9
> r <- 2.7
> 2*pi*r
[1] 16.9646
```

4. Прочитать и проработать [1, Практикум 1].

5.2.2 Основы языка R

1. Программирование пользовательских функций [1, Практикум 2], [3, В.3].
2. Типы данных [1, Практикум 7], [3, В.1, В.2].
3. Циклы [1, Практикум 8], [3, В.4].
4. Векторы и матрицы [1, Практикум 10], [3, В.1].
5. Сохранение результатов и импорт/экспорт данных [1, Практикум 11].
6. Дополнительные вопросы: R в качестве СУБД; векторизация и правила переписывания (recycling rules); отладка и элементы ООП в R [3, В.5 – В.8].

5.2.3 R в качестве СКМ общего назначения

1. Исследование нулей и экстремумов функций [1, Практикум 3].

2. Вычисление определённых и несобственных интегралов [1, Практикум 4].
3. Построение поверхностей и линий уровня [1, Практикум 5].
4. Символьное дифференцирование [1, Практикум 6].
5. Численное решение дифференциальных уравнений [1, Практикум 9].
6. Векторная алгебра [1, Практикум 12].
7. Алгебра матриц [1, Практикум 13].
8. Матричные уравнения [1, Практикум 14].
9. Расширение `double`-арифметики [1, Практикум 16].
10. Спектральное и сингулярное разложение матриц [1, Практикум 17].
11. Задачи линейной оптимизации [1, Практикум 18].

5.2.4 Основы математической статистики

Используя в качестве источников пособие [2] и [3, Главы 1–3], выполните следующие задания.

1. Вспомните основные понятия, связанные с математической статистикой и анализом данных: наблюдение и эксперимент; генеральная совокупность и выборка; взаимосвязи данных — соответствия, корреляции и зависимости; структура данных; статистические гипотезы (нулевая и альтернативная); репрезентативность и парадокс выборки; статистические ошибки; статистическая достоверность; мощность статистического теста; непрерывные, дискретные, категориальные данные и их распределение; общие характеристики двнных — объём выборки, среднее арифметическое, медиана, мода и модальность, минимальное и максимальное значения, нижняя и верхняя квартиль; среднее квадратичное отклонение.
2. Ответьте на вопрос: “Как можно получить данные и оценить их качество (параметрические и непараметрические тесты)?”
3. Получите общее представление об основных приёмах визульного анализа одномерных данных (построение гистограмм, диаграмм рассеяния, линейных графиков, круговых диаграмм, Box-Whiskers Graphs), а также методах многомерного анализа данных (анализ главных компонент, кластерный анализ, многомерное шкалирование, дискриминантный анализ, деревья классификации, многомерный дисперсионный анализ).

Все те из перечисленных в данном разделе заданий, которые можно выполнить на практике, реализовать с помощью R.

5.2.5 Статистический анализ данных в R

1. «Экспресс-курс» по основам анализа данных в R [3, A].
2. Одномерные данные [3, Глава 4].
3. Анализ связей на примере двумерных данных [3, Глава 5].
4. Интеллектуальный анализ структуры данных (Data Mining) [3, Глава 6].
5. Анализ временных рядов [3, Глава 7].
6. Статистическая разведка [3, Глава 8].

5.3 Язык R в Data Science с использованием набора пакетов `tidyverse`

1. «Экспресс-курс» [4, Главы 1 – 8].
2. Визуализация [4, Главы 9 – 11].
3. Типы данных и их преобразование [4, Главы 12 – 19].
4. Импорт данных [4, Главы 20 – 24].
5. Программирование [4, Главы 25 – 27].
6. Коммуникация при помощи пакета `Quatro` [4, Главы 28 – 29].

5.4 Анализ данных, математическое моделирование и машинное обучение с использованием набора пакетов `tidyverse` и `tidymodels`

1. Математические модели, итерационные методы теории обучения, и методы выбора “Наилучшей Модели” [5, Главы 1 – 3].
2. Введение в математическое моделирование с помощью языка R и набора пакетов `tidyverse` и `tidymodels` [6, Главы 1 – 3].
3. Основы моделирования с помощью `tidyverse` и `tidymodels` [6, Главы 4 – 9].
4. Основы теории нейронных сетей, теории распознавания и решающие (дискриминантные) функции [5, Главы 4 – 6].
5. Инструменты для создания эффективных моделей [6, Главы 10 – 15].
6. Классификация с помощью функций расстояния, статистические методы распознавания и методы снижения размерности [5, Главы 7 – 9].
7. Продвинутое моделирование с помощью `tidyverse` и `tidymodels` [6, Главы 16 – 21].

6 Примерные темы исследовательских проектов

1. Статистический анализ динамики численности населения РК.
2. Статистика динамики заболеваемости ОРВИ в РК.
3. Анализ преступности и криминогенной обстановки в РК.
4. Статистика инфекционных заболеваний, распространяемых иксодовыми клещами в РК.
5. Статистическая оценка динамики гражданского строительства в РК.
6. Анализ публикационной активности преподавателей ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина».
7. Статистический анализ данных естественной радиоактивности по РК.
8. Прогнозирование экономических кризисов с помощью методов временных рядов (ARIMA, SARIMA, Prophet).
9. Анализ эффективности A/B-тестирования в цифровом маркетинге: сравнение Bayesian и частотного подходов.
10. Оценка влияния климатических изменений на сельское хозяйство с использованием регрессионных моделей.
11. Интерпретируемость ML-моделей: применение SHAP, LIME для статистического объяснения предсказаний.
12. Сравнение устойчивости алгоритмов (Random Forest и XGBoost) к пропущенным данным.
13. Детектирование аномалий в IoT-устройствах методами кластеризации (DBSCAN, k-means).
14. Мета-анализ эффективности лекарств с учетом публикационной предвзятости (методы Egger's test, funnel plots).
15. Выявление генетических маркеров заболеваний с помощью многомерного регрессионного анализа.
16. Прогнозирование эпидемий на основе мобильных данных (анализ пространственно-временных закономерностей).
17. Анализ данных о лесных пожарах в РК.
18. Гиперпараметрическая оптимизация XGBoost на датасете Adult.
19. Сравнение точности двух моделей классификации (Decision Tree vs Logistic Regression).
20. Исследование инфляции в РФ.
21. Исследование влияния пропущенных значений на простую модель линейной регрессии.

22. Проблема p-hacking: методы детектирования манипуляций с p-значениями.
23. Воспроизводимость исследований: статистический анализ факторов, влияющих на репликацию результатов.

Для решения представленных задач не принципиальны архитектура вычислительной машины, конкретная операционная система, тип и версия интерпретатора языка R и/или IDE. Вы можете выбрать любое наиболее удобное для вас решение, но обязательно учитывайте возможность продемонстрировать результаты своей работы в компьютерных лабораториях СГУ. В случае затруднений в выборе, рекомендуется пользоваться сервером, описанным в разделе 4.4.

При написании исходных текстов помните, что они должны быть грамотными и по возможности простыми. Имена переменным и функциям следует выбирать осмысленными, исходя из их назначения. Не пренебрегайте возможностью использовать лаконичные и ёмкие комментарии, которые помогут лучше разобраться в коде вашей программы. Старайтесь красиво форматировать исходный код, это значительно упростит его восприятие и лично вами, и другими людьми. Продумывайте интерфейс ваших программ так, чтобы неподготовленный пользователь смог понять их предназначение и научиться ими правильно пользоваться. Кроме того, необходимо предусмотреть “внештатные” ситуации, которые могут возникнуть при исполнении ваших программ, и включить в исходный код их обработку.

Индивидуальное задание на практику закрепляется за каждым студентом по согласованию с руководителем практики. Примерный перечень вариантов заданий приведён в списке в начале данного раздела (см. стр. 13). При возникновении любых возможных проблем обращайтесь к преподавателю. Для успешной защиты отчёта по практике следует заранее представить его черновик для проверки.

Список источников

[1] С.А. Зададаев. *Математика на языке R*. М.: Прометей, 2018, с. 324.

[2] П.А. Волкова и А.Б. Шипунов. *Статистическая обработка данных в учебно-исследовательских работах*. М.: Экопресс, 2008, с. 60.

[3] А.Б. Шипунов и др. *Наглядная статистика. Используем R!* М.: ДМК Пресс, 2012, с. 298.

[4] H. Wickham и G. Grolemund. *R for Data Science*. 2nd Edition. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2023, с. 548. URL: https://r4ds.hadley.nz.

[5] В.Н. Крутиков и В.В. Мешечкин. *Анализ данных*. Кемерово, 2014, с. 138.

[6] M. Kuhn и J. Silge. *Tidy Modeling with R*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2022, с. 392. URL: https://www.tmwr.org.

[7] В.Е. Гмурман. *Теория вероятностей и математическая статистика*. 12-е изд. М.: Юрайт, 2024, с. 479.

[8] А.И. Кибзун, Е.Р. Горяинова и А.В. Наумов. *Теория вероятностей и математическая статистика. Базовый курс с примерами и задачами*. 2-е, перераб. и доп. М.: Физматлит, 2005, с. 224.

[9] П. Брюс и Э. Брюс. *Практическая статистика для специалистов Data Science*. СПб: БХВ-Петербург, 2018, с. 304.

[10] G. Grolemund. *Hands-On Programming with R*. O'Reilly Media, 2014, с. 247. URL: https://rstudio-education.github.io/hopr/.

[11] R.I. Kabacoff. *R in Action: Data Analysis and Graphics with R*. 2nd. Manning Publications Series. Manning Publications, 2015, с. 474. URL: https://www.manning.com/books/r-in-action-second-edition.

[12] N. Matloff. *The Art of R Programming: A Tour of Statistical Software Design*. No Starch Press Series. No Starch Press, 2011, с. 404. URL: https://www.nostarch.com/artofr.htm.

[13] H. Wickham. *Advanced R*. 2nd. The R Series. Chapman & Hall/CRC, 2019, с. 466. URL: https://adv-r.hadley.nz/.

[14] K. Healy. *Data Visualization: A Practical Introduction*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2018, с. 293. URL: https://socviz.co/.

[15] H. Wickham. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. 3-е изд. Use R! Cham, Switzerland: Springer, 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-24277-4. URL: https://ggplot2-book.org/.

[16] *Google Академия*. URL: https://scholar.google.com/.

[17] *Mendeley*. URL: https://www.mendeley.com.

[18] *arXiv.org*. URL: https://arxiv.org/.

[19] *Научная электронная библиотека*. URL: https://www.elibrary.ru/.

[20] *Web of Science*. URL: https://webofknowledge.com.

[21] *Scopus*. URL: https://www.scopus.com.

[22] *ScienceDirect*. URL: https://www.sciencedirect.com.

[23] *Springer Link*. URL: https://link.springer.com/.

[24] *Электронная библиотека Института инженеров по электротехнике и электронике*. URL: https://ieeexplore.ieee.org.

[25] *ИСТИНА — Интеллектуальная Система Тематического Исследования НАукометрических данных*. URL: https://istina.msu.ru/.

[26] *MathSciNet*. URL: https://mathscinet.ams.org.

[27] *Проект Евклид*. URL: https://projecteuclid.org.

[28] *MathNet*. URL: http://www.mathnet.ru/.

[29] И.А. Котельников и П.З. Чеботарёв. *LaTeX по-русски*. 3-е изд., перераб. и доп. Новосибирск: Сибирский хронограф, 2004, с. 496.

[30] С.М. Львовский. *Набор и вёрстка в системе LaTeX*. 5-е изд., перераб. М.: МЦНМО, 2014, с. 400.

[31] А.В. Столяров. *Сверстай диплом красиво: LaTeX за три дня*. М.: МАКС Пресс, 2010, с. 100. URL: http://stolyarov.info/books/latex3days.

[32] Д.Э. Кнут. *Все про TeX*. М.: Издательский дом "Вильямс", 2003, с. 560.

[33] А.В. Костырка. *Краткий курс благородного набора*. URL: https://kostyrka.ru/main/ru/typesetting-and-typography-crash-course-by-kostyrka.

[34] D. Kirsch. *Detexify — LaTeX symbol recognition*. URL: http://detexify.kirelabs.org/classify.html.

[35] *TeX Live*. URL: https://tug.org/texlive/.

[36] *Overleaf*. URL: https://www.overleaf.com/.

[37] *BibLaTeX — Sophisticated Bibliographies in LaTeX*. URL: https://ctan.org/pkg/biblatex.

[38] *Biber — A BibTeX replacement for users of BibLaTeX*. URL: https://ctan.org/pkg/biber.

[39] A. Feder. *BibTeX*. URL: http://www.bibtex.org/.

[40] *JabRef*. URL: https://www.jabref.org/.

[41] *Страница загрузки Mendeley Desktop*. URL: https://www.mendeley.com/download-desktop-new/.

[42] *Gnuplot homepage*. URL: http://www.gnuplot.info/.

[43] *Official gnuplot documentation*. URL: http://www.gnuplot.info/documentation.html.

[44] *Demos for gnuplot*. URL: http://gnuplot.sourceforge.net/demo/.

[45] *Gnuplot и с чем его едят*. URL: https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/517450/.

[46] *Asymptote homepage*. URL: https://asymptote.sourceforge.io/.

[47] *Asymptote documentation*. URL: https://asymptote.sourceforge.io/doc/index.html.

[48] Ю.М. Волченко. *Научная графика на языке Asymptote*. URL: http://math.volchenko.com/AsyMan.pdf.

[49] P. Ivaldi. *Euclidean geometry with Asymptote*. URL: http://www.piprime.fr/files/res/geometry_en.pdf.

[50] *Asymptote Gallery*. URL: https://asymptote.sourceforge.io/gallery/index.html.

[51] *Asymptote examples collection*. URL: https://asy.marris.fr/asymptote/.

[52] *Asymptote Web Application*. URL: http://asymptote.ualberta.ca/.

[53] *The R Project for Statistical Computing*. URL: https://www.r-project.org/.

[54] Posit Software, PBC. *Download RStudio and Other Posit Products. Official Downloads for RStudio IDE, Shiny Server, and Posit Workbench*. Posit Software, PBC. URL: https://www.posit.co/downloads/.

[55] *Jupyter*. URL: https://jupyter.org/.

[56] Kaggle Inc. *Kaggle. Machine Learning & Data Science Platform*. URL: https://www.kaggle.com.

[57] *ROOT homepage*. URL: https://root.cern/.

[58] А.В. Столяров. *Архитектура ЭВМ и системное программное обеспечение. Пособие по выполнению лабораторных работ на ЭВМ в среде ОС UNIX*. М.: МГТУ ГА, 2009, с. 48. URL: http://stolyarov.info/books/unixref.

[59] А.В. Столяров. *Программирование: введение в профессию*. 2-е изд., испр. и доп.: в 3 томах. Т. I. Азы программирования. М.: МАКС Пресс, 2021, с. 704. URL: http://stolyarov.info/books/programming_intro/e2.

[60] E.A. Merritt. *TEX-friendly gnuplot terminals*. http://www.gnuplot.info/docs/latex_demo.pdf.