

Проектно-технологическая практика

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

Сыктывкар, 2025 (черновик от 10 апреля 2025 г.)

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	11
5.3	Язык R в Data Science с использованием набора пакетов <code>tidyverse</code>	12
5.4	Анализ данных, математическое моделирование и машинное обучение с использованием набора пакетов <code>tidyverse</code> и <code>tidymodels</code>	12
6	Примерные темы исследовательских проектов	13
	Список источников	16

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 квалификационной 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.**

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 реализуемого алгоритма;
4. Код 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.

2 Теоретический минимум

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

1. Основы математической статистики [2];
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) функции [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, 7–10];
12. Набор пакетов `tidyverse` [4];
13. Математическое моделирование с помощью пакетов `tidyverse` и `tidymodels` [6];
14. Визуализация данных [4, 11, 12].

3 Научные поисковые системы

- Google Академия scholar.google.com [13];
- Mendeley www.mendeley.com [14];
- arXiv arxiv.org [15];
- Научная электронная библиотека www.elibrary.ru [16];
- Web of Science webofknowledge.com [17];
- Scopus www.scopus.com [18];
- ScienceDirect www.sciencedirect.com [19];
- Springer Link link.springer.com [20];
- Электронная библиотека Института инженеров по электротехнике и электронике [IEEE Xplore](https://ieeexplore.ieee.org) [21];
- Интеллектуальная Система Тематического Исследования НАукометрических данных [ИСТИНА](https://istina.com) [22];

- MathSciNet mathscinet.ams.org [23];
- Проект Евклид projecteuclid.org [24];
- MathNet www.mathnet.ru [25];

4 Программные инструменты

4.1 \TeX и \LaTeX

Лично я изучал \LaTeX по книге Котельникова и Чеботарева [26], 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 [27]. По большому счёту, этих источников вполне достаточно, однако, возможно, вам больше понравится (или будет более полезной) книга Столярова [28] (по крайней мере, она гораздо короче). Кроме того, настойчиво рекомендую ознакомиться с книгой Дональда Кнута — создателя системы \TeX [29].

Также перед началом работы очень советую прочесть [Краткий курс благородного набора](#) [30]. Ещё один крайне полезный при наборе документов ресурс — [Detexify](#) [31], созданный Дэниелом Киршем.

Файлы с расширением `.tex` — это обычные текстовые файлы (написанные на языке разметки текста \LaTeX). Открывать и редактировать их можно с помощью любого текстового редактора¹.

Для работы с издательской системой \LaTeX на локальном компьютере необходимо установить соответствующий набор программного обеспечения. Рекомендуется использовать актуальный дистрибутив [TeX Live](#) [32]. В настоящее время существуют и различные онлайн ресурсы для работы с системой \LaTeX , в частности проект [Overleaf](#) [33].

4.2 Работа с библиографией

Для работы с библиографией в \LaTeX есть две возможности:

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

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

Во втором случае практически стандартом является связка двух пакетов: [Bib \$\LaTeX\$](#) [34] и [Biber](#) [35] (вариант использования [Bib \$\TeX\$](#) [36] 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](#) [37] и [Mendeley Desktop](#) [38].

4.3 Научная графика

Одним из самых широко используемых инструментов для визуализации данных является [Gnuplot](#) [39]. Официальная документация проекта доступна по [данной ссылке](#) [40]. Также существует страница с [демонстрационными примерами](#) [41]. Кроме этих, имеется огромное множество и других источников, одно перечисление которых — весьма трудоёмкая задача. Поэтому ограничимся только ещё одной полезной [ссылкой](#) [42].

Ещё один мощный инструмент создания научных изображений высокого качества — язык описания векторной графики [Asymptote](#) [43]. Официальная документация доступна по [данной ссылке](#) [44]. Крайне рекомендуются для изучения монографии Ю. М. Волченко [45] и [P. Ivaldi](#) [46]. В сети есть по крайней мере две обширных галереи примеров: [официальная \(англоязычная\)](#) [47] и [неофициальная \(франкоязычная\)](#) [48]. В настоящее время существует даже [веб-приложение](#) [49], позволяющее запускать программы на языке [Asymptote](#) непосредственно в браузере.

4.4 Языки программирования, среды разработки, фреймворки и библиотеки

- [R](#) [50].
- [RStudio IDE & Desktop](#) [[RStudio:Web](#)].
- [Jupyter](#) [51].
- [Kaggle](#) [52].
- [ROOT](#) [53].

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 \[54\]](#) или раздел 1.2 из [книги \[55\]](#) 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` [56], 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 данных — 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 визуального 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 Quarto [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.

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] Н. 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] М. Kuhn и J. Silge. *Tidy Modeling with R*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2022, с. 392. URL: <https://www.tmw.org>.
- [7] G. Grolemund. *Hands-On Programming with R*. O'Reilly Media, 2014, с. 247. URL: <https://rstudio-education.github.io/hopr/>.
- [8] 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>.
- [9] 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>.
- [10] Н. Wickham. *Advanced R*. 2nd. The R Series. Chapman & Hall/CRC, 2019, с. 466. URL: <https://adv-r.hadley.nz/>.
- [11] К. Healy. *Data Visualization: A Practical Introduction*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2018, с. 293. URL: <https://socviz.co/>.
- [12] Н. 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/>.
- [13] *Google Академия*. URL: <https://scholar.google.com/>.
- [14] *Mendeley*. URL: <https://www.mendeley.com>.
- [15] *arXiv.org*. URL: <https://arxiv.org/>.
- [16] *Научная электронная библиотека*. URL: <https://www.elibrary.ru/>.
- [17] *Web of Science*. URL: <https://webofknowledge.com>.
- [18] *Scopus*. URL: <https://www.scopus.com>.
- [19] *ScienceDirect*. URL: <https://www.sciencedirect.com>.
- [20] *Springer Link*. URL: <https://link.springer.com/>.
- [21] *Электронная библиотека Института инженеров по электротехнике и электронике*. URL: <https://ieeexplore.ieee.org>.
- [22] *ИСТИНА — Интеллектуальная Система Тематического Исследования НАукометрических данных*. URL: <https://istina.msu.ru/>.
- [23] *MathSciNet*. URL: <https://mathscinet.ams.org>.
- [24] *Проект Евклид*. URL: <https://projecteuclid.org>.
- [25] *MathNet*. URL: <http://www.mathnet.ru/>.

- [26] И.А. Котельников и П.З. Чеботарёв. *Л^AT_EX по-русски*. 3-е изд., перераб. и доп. Новосибирск: Сибирский хронограф, 2004, с. 496.
- [27] С.М. Львовский. *Набор и вёрстка в системе Л^AT_EX*. 5-е изд., перераб. М.: МЦНМО, 2014, с. 400.
- [28] А.В. Столяров. *Сверстай диплом красиво: Л^AT_EX за три дня*. М.: МАКС Пресс, 2010, с. 100. URL: <http://stolyarov.info/books/latex3days>.
- [29] Д.Э. Кнут. *Все про T_EX*. М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003, с. 560.
- [30] А.В. Костырка. *Краткий курс благородного набора*. URL: <https://kostyrka.ru/main/ru/typesetting-and-typography-crash-course-by-kostyrka>.
- [31] D. Kirsch. *Detexify — Л^AT_EX symbol recognition*. URL: <http://detexify.kirelabs.org/classify.html>.
- [32] *T_EX Live*. URL: <https://tug.org/texlive/>.
- [33] *Overleaf*. URL: <https://www.overleaf.com/>.
- [34] *BibL^AT_EX — Sophisticated Bibliographies in Л^AT_EX*. URL: <https://ctan.org/pkg/biblatex>.
- [35] *Biber — A BibT_EX replacement for users of BibL^AT_EX*. URL: <https://ctan.org/pkg/biber>.
- [36] A. Feder. *BibT_EX*. URL: <http://www.bibtex.org/>.
- [37] *JabRef*. URL: <https://www.jabref.org/>.
- [38] *Страница загрузки Mendeleey Desktop*. URL: <https://www.mendeley.com/download-desktop-new/>.
- [39] *Gnuplot homepage*. URL: <http://www.gnuplot.info/>.
- [40] *Official gnuplot documentation*. URL: <http://www.gnuplot.info/documentation.html>.
- [41] *Demos for gnuplot*. URL: <http://gnuplot.sourceforge.net/demo/>.
- [42] *Gnuplot и с чем его едят*. URL: <https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/517450/>.
- [43] *Asymptote homepage*. URL: <https://asymptote.sourceforge.io/>.
- [44] *Asymptote documentation*. URL: <https://asymptote.sourceforge.io/doc/index.html>.
- [45] Ю.М. Волченко. *Научная графика на языке Asymptote*. URL: <http://math.volchenko.com/AsyMan.pdf>.
- [46] P. Ivaldi. *Euclidean geometry with Asymptote*. URL: http://www.piprime.fr/files/res/geometry_en.pdf.
- [47] *Asymptote Gallery*. URL: <https://asymptote.sourceforge.io/gallery/index.html>.

- [48] *Asymptote examples collection*. URL: <https://asy.marris.fr/asymptote/>.
- [49] *Asymptote Web Application*. URL: <http://asymptote.ualberta.ca/>.
- [50] *The R Project for Statistical Computing*. URL: <https://www.r-project.org/>.
- [51] *Jupyter*. URL: <https://jupyter.org/>.
- [52] Kaggle Inc. *Kaggle. Machine Learning & Data Science Platform*. URL: <https://www.kaggle.com>.
- [53] *ROOT homepage*. URL: <https://root.cern/>.
- [54] 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>.
- [55] 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.
- [56] E.A. Merritt. *TEX-friendly gnuplot terminals*. http://www.gnuplot.info/docs/latex_demo.pdf.