

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ | BRIEF MESSAGES

Научная статья | Original paper

УДК 004.8:62-5

Анализ существующих моделей компоновки клавиш с позиции пользовательской адаптации

И.С. Колотовкин✉, В.В. Чернышев

Московский государственный психолого-педагогический университет
(ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация

✉ is@kolotovkin.pro

Резюме

Статья посвящена анализу существующих клавиатурных раскладок (QWERTY, Dvorak, Colemak) с точки зрения эргономики и адаптации под пользователя, а также обоснованию необходимости перехода к персонализируемым сенсорным клавиатурам. В ней предлагается концепция полностью настраиваемой раскладки, где пользователь может самостоятельно конфигурировать расположение клавиш с учетом физиологических и профессиональных особенностей, что повышает комфорт, скорость и точность ввода.

Ключевые слова: сенсорная клавиатура, персонализированная раскладка, эргономика ввода, адаптивный интерфейс, моделирование пользовательских схем

Для цитирования: Колотовкин, И.С., Чернышев, В.В. (2025). Анализ существующих моделей компоновки клавиш с позиции пользовательской адаптации. *Моделирование и анализ данных*, 15(3), 172—179. <https://doi.org/10.17759/mda.2025150311>

Analysis of existing keyboard layout models from the perspective of user adaptation

I.S. Kolotovkin✉, V.V. Chernyshev

Moscow State University of Psychology and Education (MSUPE)

Moscow, Russian Federation

✉ is@kolotovkin.pro



Abstract

This paper analyzes existing keyboard layouts (QWERTY, Dvorak, Colemak) from the standpoint of ergonomics and user adaptation. It argues for the necessity of transitioning to fully customizable touchscreen keyboards. The proposed concept involves a flexible layout system in which the user can configure the position of keys independently, based on individual physiological and professional characteristics, thereby enhancing input comfort, speed, and accuracy.

Keywords: touchscreen keyboard, personalized layout, typing ergonomics, adaptive interface, user layout modeling

For citation: Kolotovkin, I.S., Chernyshev, V.V. (2025). Analysis of existing keyboard layout models from the perspective of user adaptation. *Modelling and Data Analysis*, 15(3), 172—179. (In Russ.). <https://doi.org/10.17759/mda.2025150311>

Введение

Современные сенсорные клавиатуры становятся все более востребованными в контексте развития гибких интерфейсов и персонализации пользовательского опыта. Традиционные механические и мембранные клавиатуры имеют ограниченную возможность адаптации под индивидуальные предпочтения и задачи пользователей, что снижает эффективность ввода и комфорт работы.

Персонализация раскладки клавиш и конфигурация функциональных элементов сенсорных клавиатур способны значительно улучшить эргономику, повысить скорость и точность ввода, а также расширить доступность устройств для людей с особыми потребностями.

В данной работе рассматривается концепция разработки полностью сенсорной клавиатуры с возможностью кастомизации раскладки и расположения клавиш, включая анализ существующих решений и определение ключевых требований для эффективной реализации такой системы. Основное вниманиеделено обоснованию необходимости гибкой конфигурации и ее влиянию на пользовательский опыт.

Анализ существующих раскладок клавиатуры

Классическим примером является QWERTY — компоновка, разработанная К. Шоулзом (*Christopher Latham Sholes*) в 1870-х годах для печатных машин. Буквы в ней намеренно разнесены для предотвращения заклинивания рычагов. Эта раскладка стала промышленным стандартом, несмотря на свою эргономическую неэффективность: символы высокой частоты (например, «Е» в английском, составляющий около 12.7% всех символов) вынесены в неудобные позиции, отсутствует равномерное распределение нагрузки по рукам, последовательности часто приходится вводить одной рукой или одним пальцем подряд. По данным MacKenzie и Zhang (1999), в QWERTY



примерно 30% всех нажатий приходится на левую руку, а 70% — на правую, что приводит к дисбалансу и увеличению утомляемости. Dvorak (1936) ориентирован на размещение гласных и частотных согласных на домашнем ряду, обеспечивая до 70% ударов без перемещения пальцев, что снижает физическую нагрузку и повышает скорость набора (Norman, 2001). Colemak (2006) — компромиссный вариант с сохранением горячих клавиш QWERTY и уменьшением среднего перемещения пальцев на 30%, упрощая адаптацию.

Таблица 1 / Table 1

Раскладка	Процент ударов по домашнему ряду	Среднее расстояние перемещения пальцев (мм)	Процент ударов одной рукой
QWERTY	32%	220	36%
Dvorak	70%	130	4%
Colemak	63%	150	15%

Однако все эти раскладки фиксированы и не учитывают индивидуальные особенности пользователей — размер кисти, силу пальцев, доминирующую руку, профессиональные предпочтения. Huang и др. (2018) выявили, что универсальные раскладки не оптимальны для разных групп пользователей с точки зрения скорости и комфорта.

На графике ниже представлен пример распределения нагрузки на пальцы на основе исследований MacKenzie и Zhang (1999):

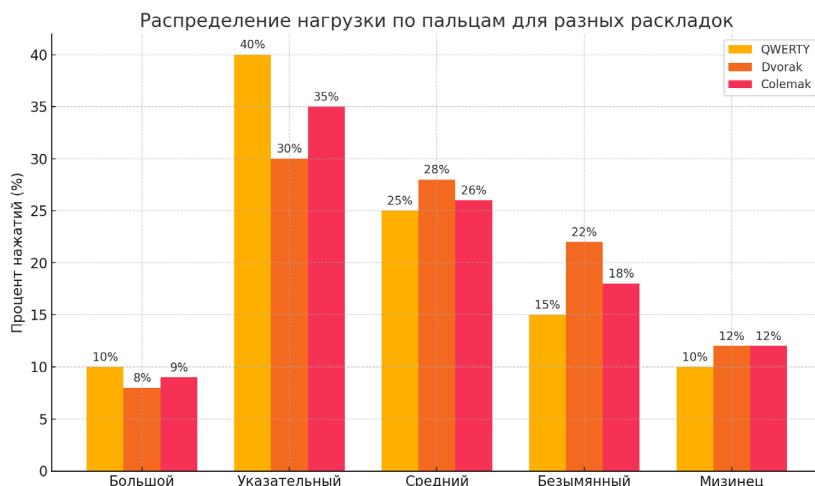


Рис. 1. Распределение нагрузки на пальцы

Fig. 1. Load distribution on the fingers

Современные технологии сенсорных экранов и программно-определяемых интерфейсов позволяют уйти от фиксированных раскладок. Теперь клавиатура может



адаптироваться под конкретного пользователя, снижая когнитивную и физическую нагрузку, увеличивая скорость набора и улучшая пользовательский опыт.

Концепция гипотетической раскладки с возможностью персонализации

Полностью сенсорная клавиатура представляет собой поверхность, лишенную фиксированной геометрии клавиш, что принципиально отличает ее от традиционных механических моделей. Это позволяет реализовать концепцию раскладки, где положение, размер и форма клавиш могут настраиваться произвольно — как заранее, так и в процессе эксплуатации. Основное преимущество сенсорной среды заключается в том, что она предоставляет возможность непосредственного взаимодействия пользователя с конфигурацией интерфейса, в том числе — на этапе проектирования раскладки.

В предлагаемой модели ручной настройки пользователь сам определяет размещение клавиш, ориентируясь на физиологические, когнитивные и профессиональные особенности. Такой подход предполагает отсутствие универсального эталона — вместо него используются наборы критерии и эвристик, позволяющие получить удобную, функциональную и эргономичную раскладку в конкретных условиях использования.

Процесс формирования индивидуальной схемы может быть как полностью интуитивным (на основе субъективных предпочтений пользователя), так и системным — если он основывается на ряде объективных критериев, обоснованных с точки зрения эргономики, частотного анализа и теории ввода. Концептуально ручная настройка должна быть подкреплена возможностью оценки эффективности раскладки по заданным метрикам, что позволяет сделать выбор осознанным.

Следует подчеркнуть, что в условиях сенсорного интерфейса не только возможна, но и необходима индивидуализация: отсутствие физических ограничений делает неоправданным использование единого стандарта для всех пользователей, а механизмы отображения позволяют реализовать наглядную, контекстно зависимую структуру клавиатуры.

Критерии формирования раскладки

Эффективность пользовательской раскладки может оцениваться по целому ряду параметров, некоторые из которых уже применяются в анализе традиционных клавиатурных схем. Однако в контексте сенсорной поверхности они приобретают дополнительную значимость, так как могут быть непосредственно реализованы средствами пользовательского интерфейса. Ниже представлены основные критерии, которые могут использоваться как ориентиры при проектировании персональной схемы размещения клавиш.

Минимизация суммарного пути движения пальцев

Классическая метрика, применяемая в эргономических моделях, включает оценку расстояний, проходимых пальцами при наборе текста. В случае сенсорной клавиатуры пользователю предоставляется возможность самостоятельно переместить



наиболее частотные символы в ближние зоны, тем самым снижая как утомляемость, так и среднее время набора.

Особую значимость приобретает не только линейное расстояние, но и топологическая близость символов, формирующих биграммы или триграмммы. Этим обеспечивается плавность ввода, приближающаяся к непрерывному движению.

Балансировка нагрузки между пальцами и руками

Исследования в области биомеханики (см., напр., К. Kroemer, 2001) показывают, что разные пальцы имеют неодинаковую силу, выносливость и точность. Так, мизинцы обладают значительно меньшей подвижностью и скоростью, чем указательные и средние пальцы. Соответственно, распределение символов по пальцам должно учитывать эти различия.

Сенсорная клавиатура позволяет компенсировать слабые стороны анатомии пользователя за счет гибкой настройки: уменьшения нагрузки на менее развитые пальцы и перераспределения ввода в сторону более надежных зон.

Чередование рук и пальцев

Механизмы ритмичного набора (alternating hands/fingers) хорошо изучены в рамках моделей клавиатурной эффективности (например, в анализах Dvorak и Colemak). Чередование позволяет не только повысить скорость ввода, но и предотвратить локальную перегрузку сухожилий.

Для сенсорных систем это требование может быть реализовано через аналитическую проверку распределения биграмм по рукам и пальцам, обеспечивая чередование на уровне структурного анализа раскладки.

Частотные сочетания символов

В языках с высокой степенью морфологической связности (русский, немецкий) значительная доля нагрузки приходится на устойчивые сочетания букв. Расположение таких последовательностей рядом или на смежных пальцах позволяет сократить количество движений и обеспечить более плавный ввод (roll-паттерны). На сенсорной клавиатуре это выражается в возможности размещать такие символы в смежных сенсорных зонах, формируя удобные движения без перескоков.

Контекстная адаптация

Хотя основная идея заключается в ручной настройке, следует учесть, что пользователь может работать в различных профессиональных и языковых контекстах. Программирование, математический ввод, техническое письмо требуют разных символов в зоне быстрого доступа. Поэтому предусматривается возможность формирования нескольких профилей, каждый из которых оптимизирован под определенный сценарий.

Заключение

Рассмотренные в работе аспекты построения раскладок клавиш с позиции пользовательской настройки на сенсорной клавиатуре демонстрируют, что отказ от фиксированной физической архитектуры открывает путь к глубокой индивидуализации



интерфейса ввода. В отличие от универсальных схем, ориентированных на «среднегоР» пользователя, сенсорная среда допускает произвольную конфигурацию зон ввода и их параметров, что позволяет адаптировать раскладку под конкретные физиологические и профессиональные особенности человека.

Предложенная концепция ручной настройки персонализированной раскладки опирается на ряд эргономических и функциональных критериев — таких как минимизация моторной нагрузки, равномерное распределение усилий между пальцами и руками, учет частотных сочетаний символов и возможность контекстной адаптации под задачи пользователя. Использование данных критериев в качестве ориентиров позволяет формировать удобные, осознанно спроектированные схемы ввода без привлечения методов машинного обучения и автоматизированной оптимизации.

Разработка интерфейсов, в которых пользователь может самостоятельно формировать и оценивать раскладку с опорой на структурированные рекомендации, представляется наиболее перспективным направлением практической реализации данной модели. В дальнейшем может быть предложена формализованная методика построения пользовательских схем на основе набора приоритетов, а также система оценки эффективности раскладок по совокупности метрик.

Дополнительно интерес представляет разработка унифицированных форматов описания раскладок для обеспечения переносимости между устройствами и исследования влияния персонализированной настройки на производительность и утомляемость при длительной работе. Таким образом, персонализированная сенсорная клавиатура выступает не только как средство ввода, но и как настраиваемый интерфейс, способный учитывать индивидуальные особенности пользователя на принципиально новом уровне.

Список источников / References

1. Юрьева, Н.Е. Выбор и программная реализация методов визуализации данных клавиатурного почерка // *Моделирование и анализ данных*. — 2017. — Т. 7. — № 1. — С. 89—102.
Yurieva, N.E. Selection and software implementation of methods for visualizing keyboard typing data. *Modelling and Data Analysis*, 2017, vol. 7, no. 1, pp. 89—102. (In Russian)
2. Лясковский, М.А., Горячkin, Б.С., Лешев, А.О., Мельников К.И. Разработка метода оптимизации раскладки клавиатуры «ЙЦУКЕН» // *Тенденции развития науки и образования*. — 2020. — № 62—4. — С. 69—80. — DOI: 10.18411/lj-06-2020-84. — EDN: QTIDHK.
Lyaskovsky, M.A., Goryachkin, B.S., Leshchev, A.O., Melnikov, K.I. Development of a method for optimizing the “YTsUKEN” keyboard layout. *Trends in Science and Education*, 2020, no. 62—4, pp. 69—80. DOI: 10.18411/lj-06-2020-84. (In Russian)
3. Серый, М.С. Сравнение эффективности различных раскладок клавиатуры // *Стимулирование научно-технического потенциала общества в стратегическом периоде: сб. ст. по итогам Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 3 февр. 2024 г.* — Стерлитамак: Агентство международных исследований, 2024. — С. 103—107. — EDN: TFMBFJ.
Sery, M.S. Comparison of the efficiency of various keyboard layouts. In: *Stimulating the Scientific and Technical Potential of Society in the Strategic Period: Proceedings of the International*



Scientific and Practical Conference, Izhevsk, February 3, 2024. Sterlitamak: Agency of International Research, 2024, pp. 103—107. (In Russian)

4. Зубачев, А.В. Эволюционированная раскладка клавиатуры. — М.: Логос, 2015. — 256 с. Zubachev, A.V. *The Evolved Keyboard Layout*. Moscow: Logos, 2015. 256 p. (In Russian)
5. Черненко, Н.В. Раскладка Зубачева: эффективность и удобство // Информатика и разработка. — 2017. — № 2. — С. 42—50. Chernenko, N.V. The Zubachev layout: efficiency and convenience. *Informatics and Development*, 2017, no. 2, pp. 42—50. (In Russian)
6. Белов, Д.С. Сравнительный анализ раскладок клавиатур для русскоязычного текста // Информационные технологии и компьютерные системы: материалы конф. — 2019. — С. 112—118. Belov, D.S. Comparative analysis of keyboard layouts for Russian-language text. In: *Information Technologies and Computer Systems: Conference Proceedings*, 2019, pp. 112—118. (In Russian)
7. Сидоров, В.К. Анализ распределения нагрузки на пальцы при использовании различных раскладок клавиатуры // Эргономика и дизайн. — 2021. — Т. 10. — № 2. — С. 23—32. Sidorov, V.K. Analysis of finger load distribution using different keyboard layouts. *Ergonomics and Design*, 2021, vol. 10, no. 2, pp. 23—32. (In Russian)
8. Petrova, E.A. Study of keyboard layout efficiency based on statistical data. Doctoral dissertation. Moscow State University, 2020. 180 p. (In Russian)

Информация об авторах

Игорь Сергеевич Колотовкин, младший научный сотрудник центра информационных технологий для психологических исследований, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6126-4849>, SPIN-код: 2604—4731, e-mail: is@kolotovkin.pro

Чернышев Владимир Витальевич, студент, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1389-1710>, e-mail: vovachern18@list.ru

Information about the authors

Igor S. Kolotovkin, Junior Researcher at the Center for Information Technologies in Psychological Research, Moscow State University of Psychology and Education (MSUPE), Moscow, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6126-4849>, SPIN: 2604—4731, e-mail: is@kolotovkin.pro

Vladimir V. Chernyshov, Student, Moscow State University of Psychology and Education (MSUPE), Moscow, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1389-1710>, e-mail: vovachern18@list.ru

Вклад авторов

Все авторы внесли равный вклад в концепцию, проведение исследования, анализ данных и подготовку рукописи



Колотовкин И.С., Чернышев В.В. (2025)
Анализ существующих моделей компоновки
клавиши с позиции пользовательской адаптации
Моделирование и анализ данных, 2025. 15(3), 172–179.

Kolotovkin I.S., Chernyshev V.V. (2025)
Analysis of existing keyboard layout
models from the perspective of user adaptation
Modelling and Data Analysis, 2025. 15(3), 172–179.

Authors contribution

The authors contributed equally to the research, data analysis, and preparation of this manuscript

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию 04.08.2025

Received 2025.08.04

Поступила после рецензирования 18.08.2025

Revised 2025.08.18

Принята к публикации 25.08.2025

Accepted 2025.08.25

Опубликована 30.09.2025

Published 2025.09.30