

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Выпускная квалификационная работа бакалавра

# Метод систематического распознавания усталости на автоматизированном рабочем месте

Студент: Якуба Дмитрий Васильевич

Группа: ИУ7-83Б

Руководитель: Строганов Юрий Владимирович



# Цель и задачи работы

**Цель** – разработать и реализовать метод распознавания усталости оператора автоматизированного рабочего места по данным, приходящим с устройств взаимодействия пользователя с системой.

## **Задачи:**

- Провести анализ существующих методов;
- Провести анализ действий и характеристик, позволяющих определить усталость;
- Определить методы сбора выбранных характеристик;
- Разработать метод распознавания усталости;
- Реализовать разработанный метод;
- Дать рекомендации о применимости реализованного метода.

# Стресс офисных сотрудников

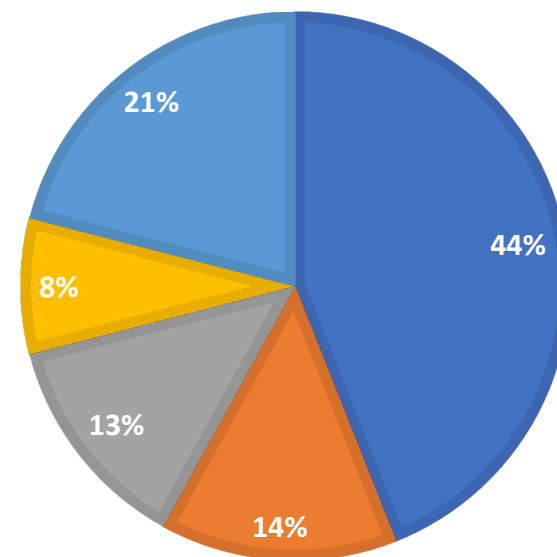
Согласно опросу 600 тысяч человек в Великобритании в 2018 году:

- Тревога и депрессивные состояния — 595 тысяч опрошенных;
- Депрессия — 239 тысяч опрошенных.

Наиболее частая причина (44%) — высокая нагрузка на работе.

## ПРИЧИНЫ СТРЕССА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

- Рабочая нагрузка
- Недостаток поддержки
- Жестокое обращение
- Перемены в рабочем процессе
- Другое





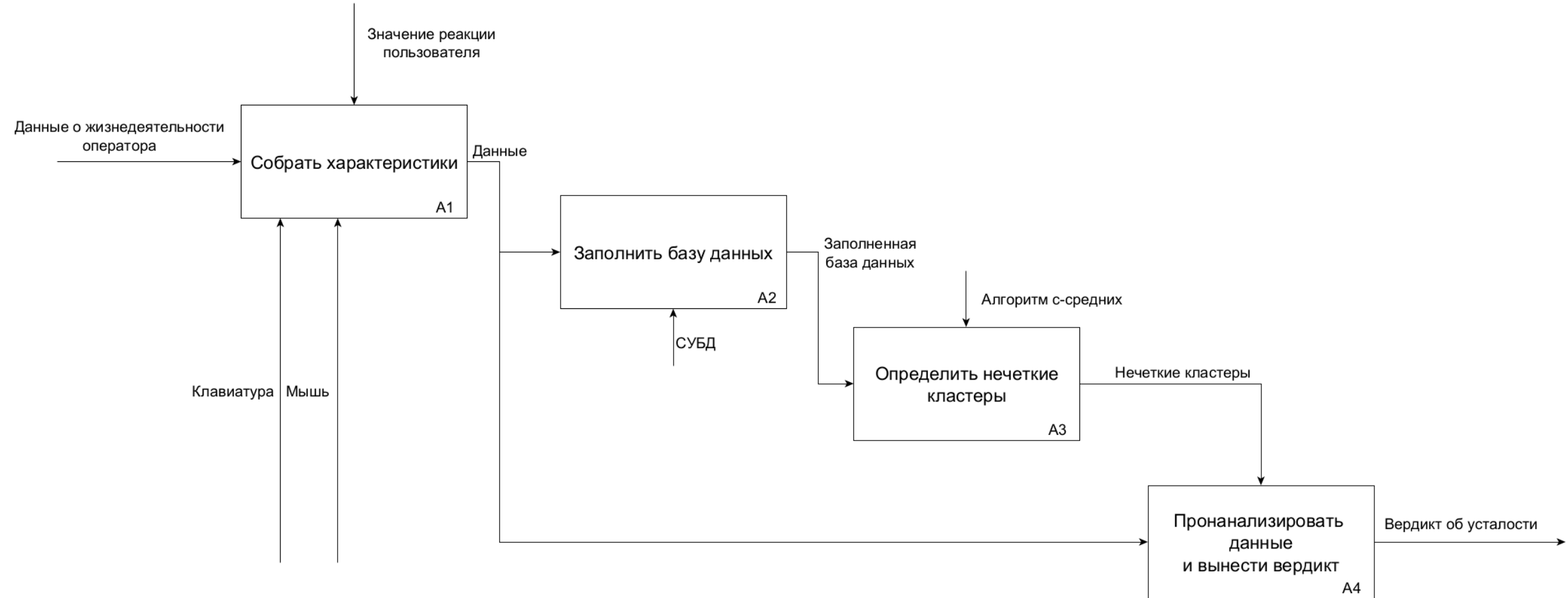
# Существующие подходы к решению задачи распознавания усталости

Наименование	Используемые устройства
Метод анализа клавиатурного почерка	Клавиатура
Метод анализа скорости печати и количества ошибок	Клавиатура
Метод анализа траекторий перемещения курсора мыши	Мышь
Метод анализа использования мыши с использованием модели искусственной нейронной сети	Мышь
Метод анализа внешнего состояния пользователя	Веб-камера
Метод анализа речевых характеристик пользователя	Микрофон
Метод анализа виброакустических шумов при наборе текста или использовании мыши	Виброакустические датчики
Метод анализа частоты пульса и возраста сосудистой системы	Пульсометр/смарт-часы
Метод анализа индекса Баевского	Пульсометр/смарт-часы

# Используемые средства сбора данных

Характеристика \ Средство	<u>Клавиатура</u>	<u>Мышь</u>	Веб-камера	Виброакустический датчик	Пульсометр	Смарт-часы
Наличие готовых решений	+	+	+	+	+	+
Дополнительные затраты на приобретение оборудования	-	-	0	+	+	+
Дополнительное обслуживание	-	-	-	+	+	+
Применимость для любых типов работ	-	-	+	-	+	+
Конфиденциальность	-	+	-	-	+	-
Необходимость присутствия оператора на автоматизированном рабочем месте	+	+	+	+	-	-

# Метод распознавания усталости





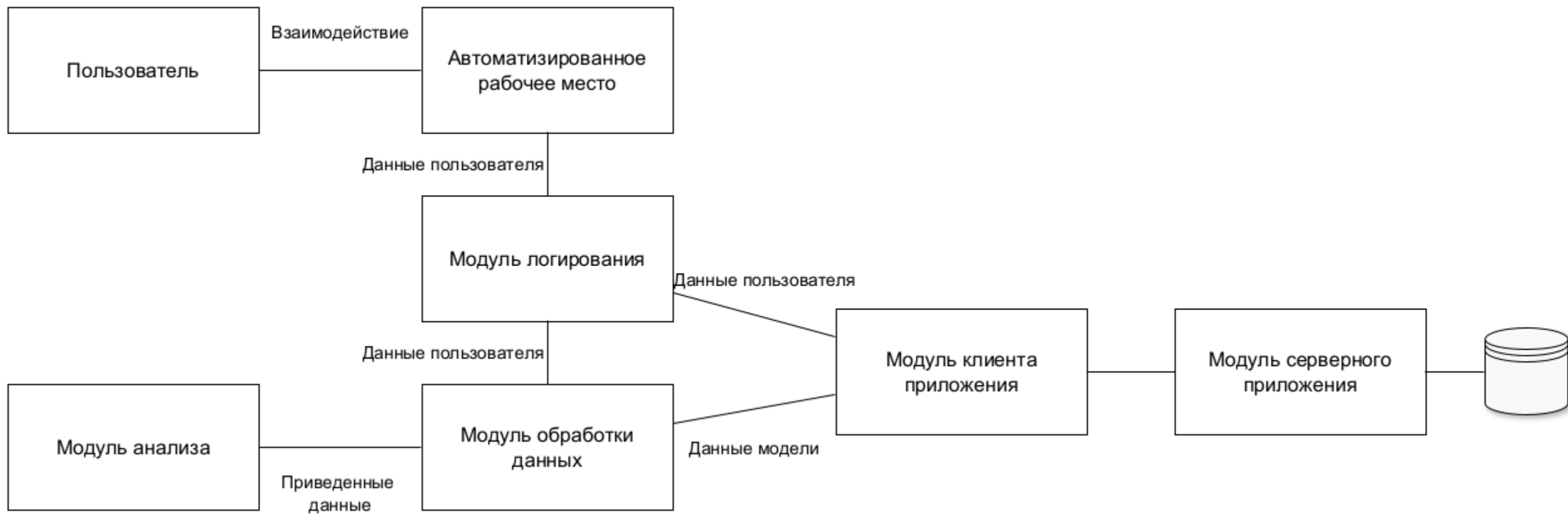
# Метод сбора данных

Тест на реакцию определяет время, за которое пользователь среагирует на появление на экране некоторого объекта.

Элемент не изменяет своей формы или положения при последующем появлении, однако время его появления определяется случайным образом (паузы от 2 до 10 секунд). Тест проводится каждые 10 минут.

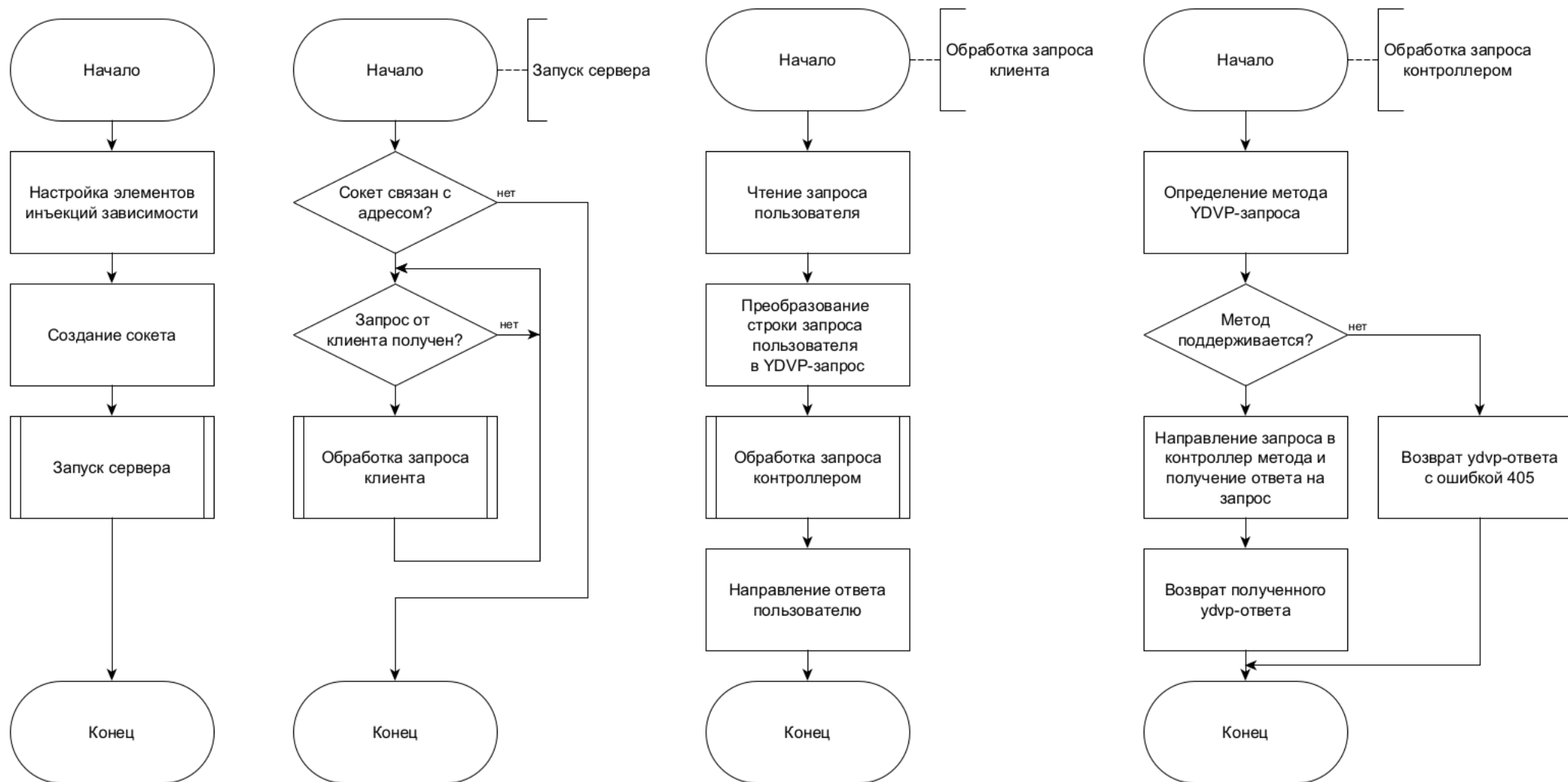
Данные, подлежащие сбору	Характеристические свойства
Нажатия на клавиши клавиатуры	Наименование нажатой клавиши, временная метка
Нажатия на клавишу мыши	Координаты X и Y, в которых было совершено действие, номер нажатой клавиши (целое число), временная метка
Скорость реакции	Значение времени реакции, временная метка

# Схема программного обеспечения



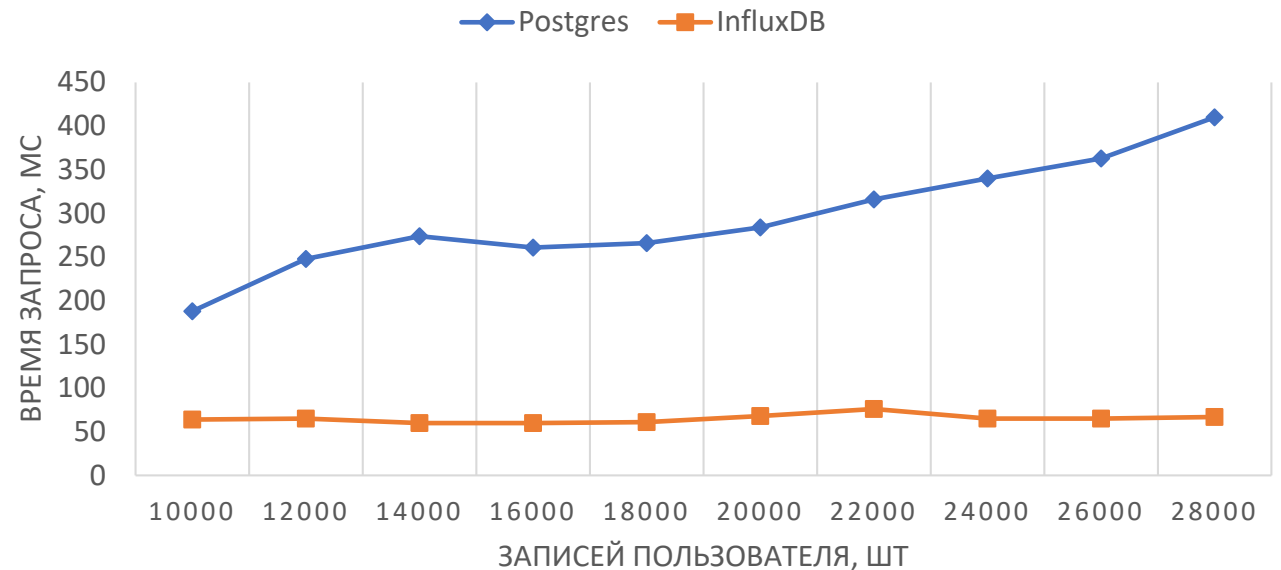


# Схема работы сервера хранения данных



# Зависимость времени исполнения запроса от количества записей в таблице по пользователю

Всего записей	Записей пользователя	Время запроса, мс	
		Postgres	InfluxDB
30000	10000	188	64
36000	12000	248	65
42000	14000	274	60
48000	16000	261	60
54000	18000	266	61
60000	20000	284	68
66000	22000	316	76
72000	24000	340	65
78000	26000	363	65
84000	28000	410	67

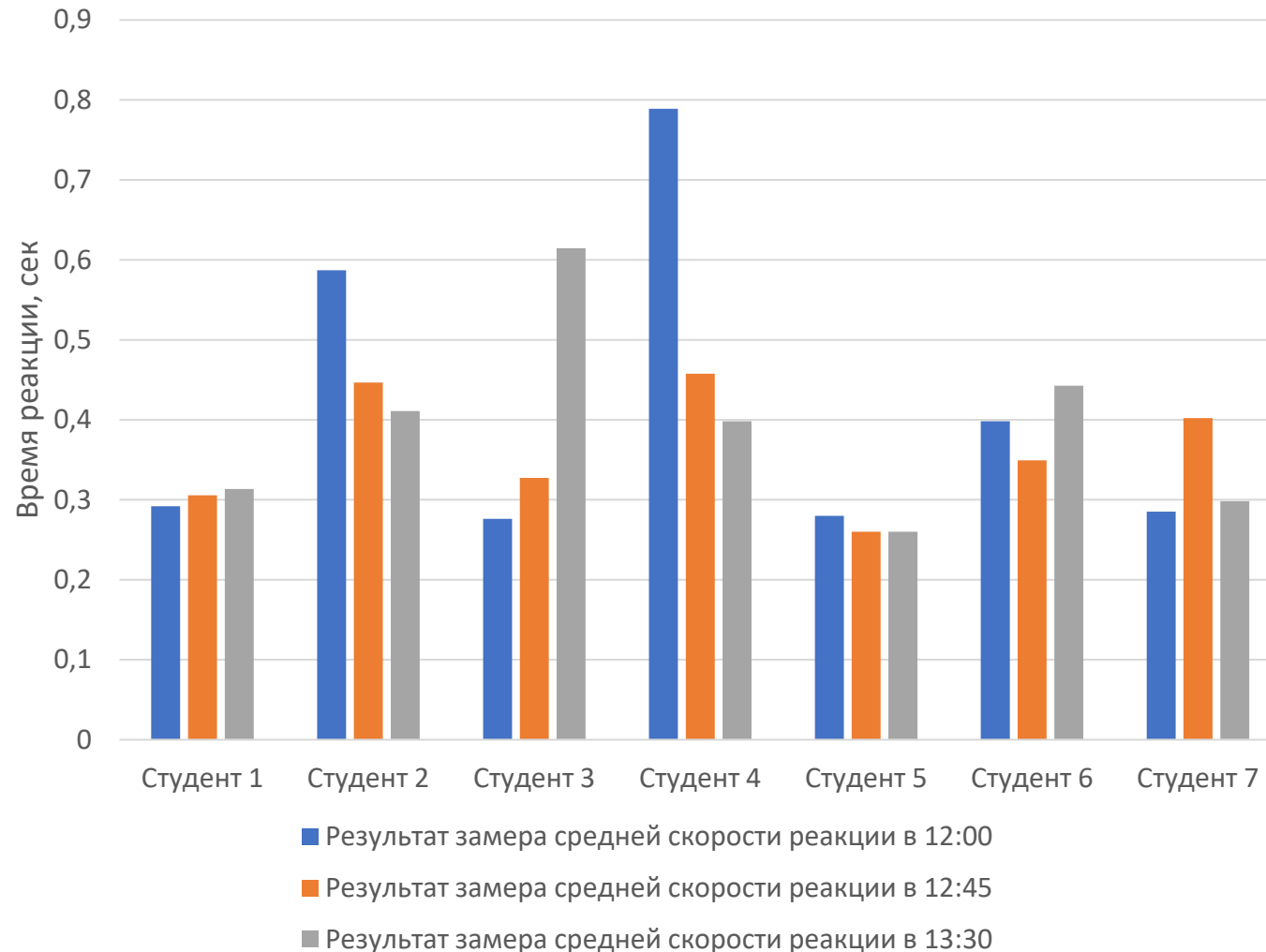


- InfluxDB в среднем в  $\approx 4.53$  раза быстрее, чем Postgres,
- время исполнения запросов в InfluxDB примерно равно константе.



# Данные от студентов РЛ, 1 курс

Типы динамик реакций пользователей



Студентов, участвующих в исследовании: 60.

На время исследования студенты решали алгоритмические задачи.

Длительность исследования 2 месяца: 1 раз в неделю по 1.5 часа.



# Сравнение количества успешных определений работоспособности пользователя

Количество определений состояния					
Клавиатура			Мышь		
Не определен	<i>Устал</i>	Работоспособен	Не определен	<i>Устал</i>	Работоспособен
60	<b>120</b>	0	82	<b>98</b>	0
33%	<b>67%</b>	0%	46%	<b>54%</b>	0%

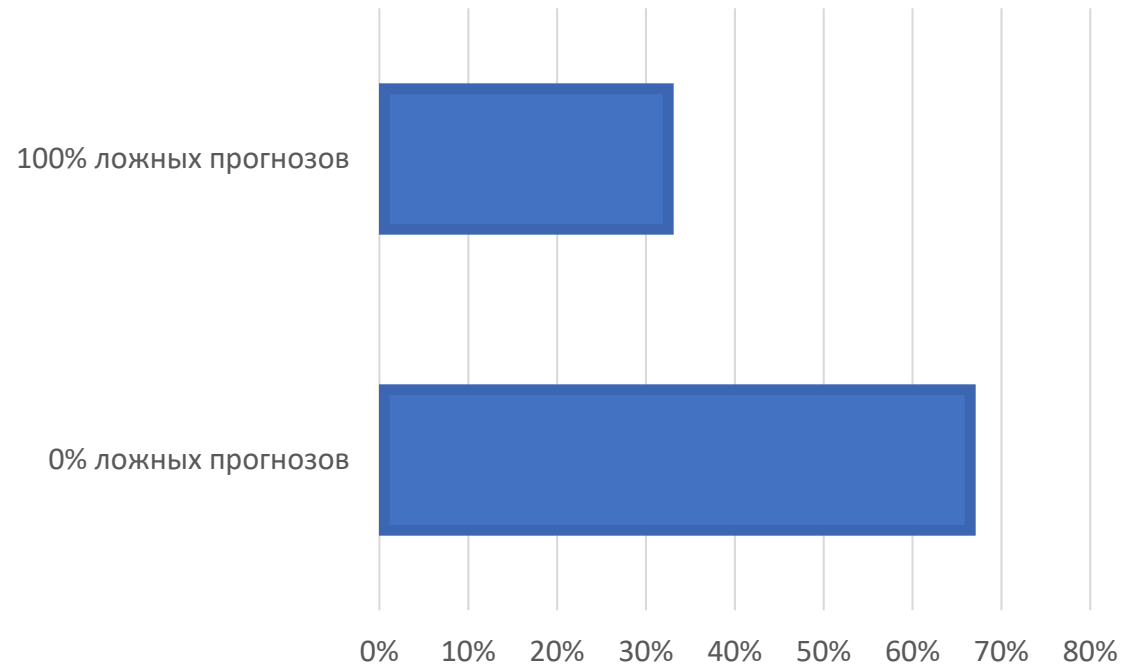
Наилучшие значения критерия нечеткости для кластеризации данных от клавиатуры находятся в диапазоне [4.5; 10.0].

Для данных от мыши – [1.5; 3.5], 8.0, [9.0;10.0].

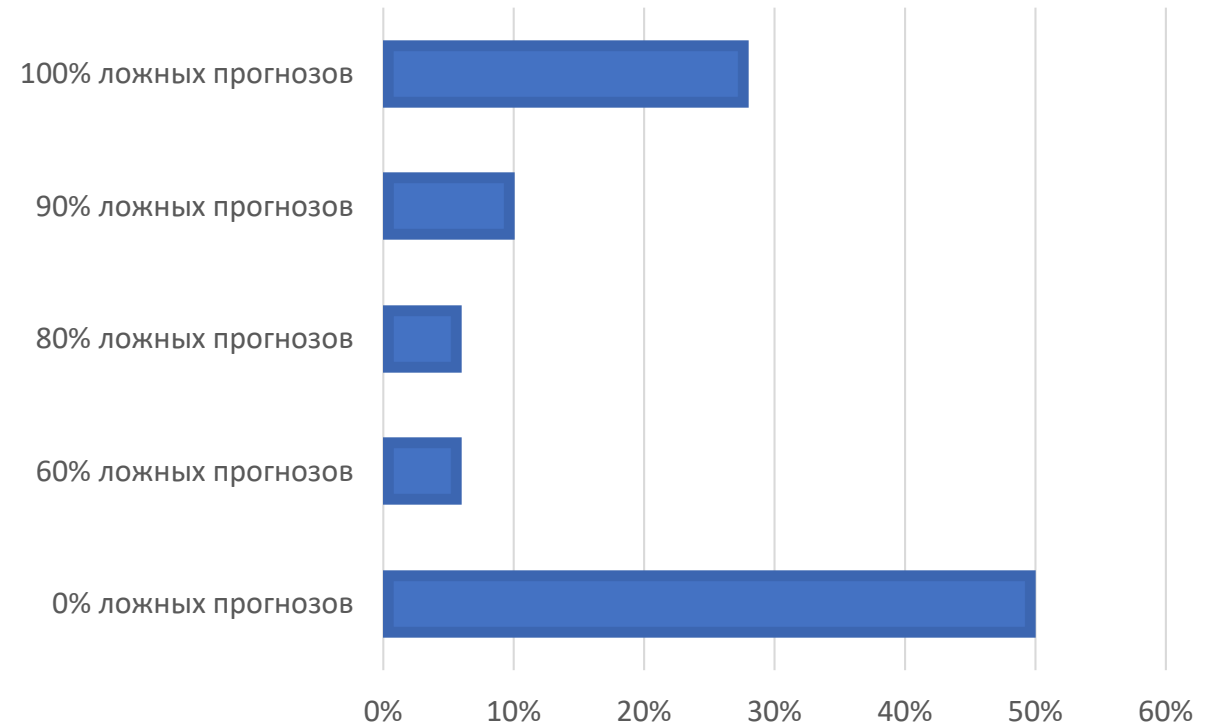


# Сравнение количества прогнозируемых состояний пользователя

РЕЗУЛЬТАТ РАСПОЗНАВАНИЯ ПО  
КЛАВИАТУРЕ



РЕЗУЛЬТАТ РАСПОЗНАВАНИЯ ПО МЫШИ





# Заключение

Был разработан и реализован метод систематического распознавания усталости оператора автоматизированного рабочего места по данным, приходящим с устройств взаимодействия пользователя с системой.

Были решены следующие задачи:

- Проведен анализ существующих методов;
- Проведен анализ действий и характеристик, позволяющих определить усталость;
- Определены методы снятия выбранных характеристик;
- Разработан метод распознавания усталости;
- Реализован разработанный метод;
- Даны рекомендации о применимости реализованного метода.



# Дальнейшее развитие

- Поддержка распознавания усталости по информации, получаемой от веб-камеры;
- Поддержка контроля фокуса внимания;
- Поддержка распознавания усталости по информации, получаемой от смарт-часов (индекс Баевского);
- Провести более обширное исследование с сокращенными интервалами;
- Внедрение в учебный процесс.