

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

Выпускная квалификационная работа бакалавра

Метод систематического распознавания усталости на автоматизированном рабочем месте

Студент: Дмитрий Васильевич Якуба

Группа: ИУ7-83Б

Руководитель: старший преподаватель кафедры ИУ7

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 снятия выбранных характеристик;
- Разработать метод распознавания усталости;
- Реализовать разработанный метод.

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

Включаемые в метод характеристики

	<u>Клавиатура</u>	<u>Мышь</u>	Веб-камера	Виброакустический датчик	Пульсометр	Смарт-часы
Распространенность	+	+				
Наличие нескольких методов	+	+	+	+		+
Точность	+		+	+	+	+
Распределение нагрузки на систему			+			+
Зависимость от особенностей поведения	-	-				
Объем данных		-	-			
Дополнительные затраты на приобретение			-	-	-	-
Особые требования к конфигурации оборудования				-	-	
Затраты на реализацию дополнительного интерфейса			-	-	-	-

Метод распознавания усталости



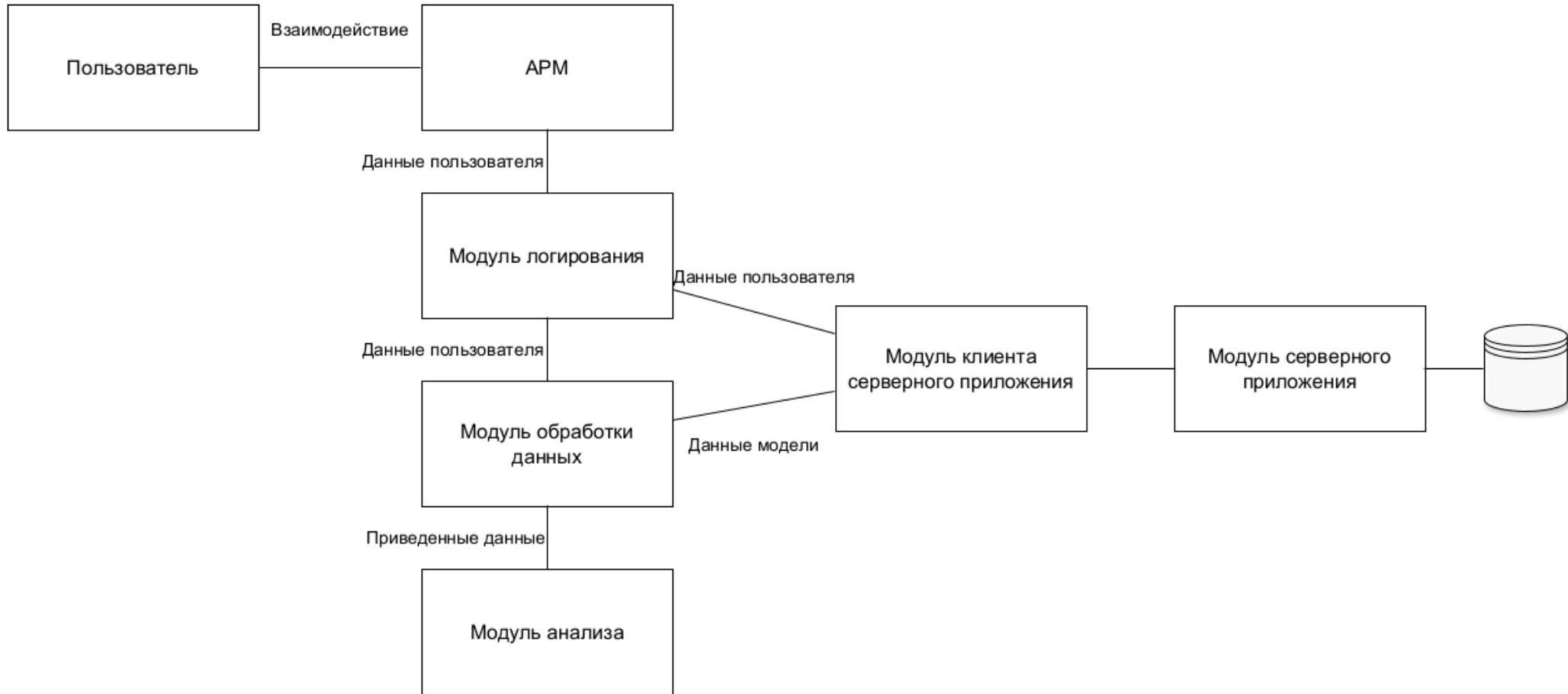
Формат и метод сбора данных

Для сбора данных используются логгеры, собирающие информацию о действиях пользователя во время его работы.

Данные, подлежащие сбору	Поля
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

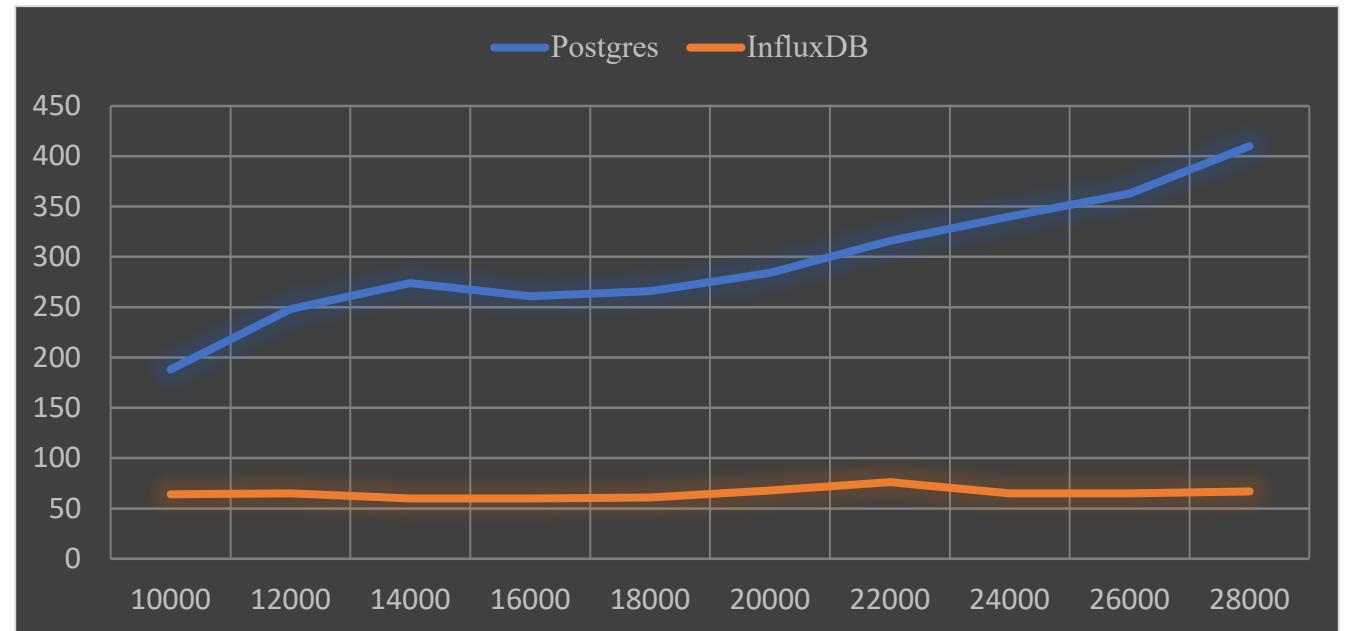
Тест на реакцию включает в себя появление некоторого элемента на экране и регистрацию времени, за которое оператор среагировал на его появление. Элемент не изменяет своей формы или положения при последующем появлении, однако время его появления определяется случайным образом (паузы от 2 до 10 секунд). Тест проводится каждые 10 минут.

Схема программного обеспечения



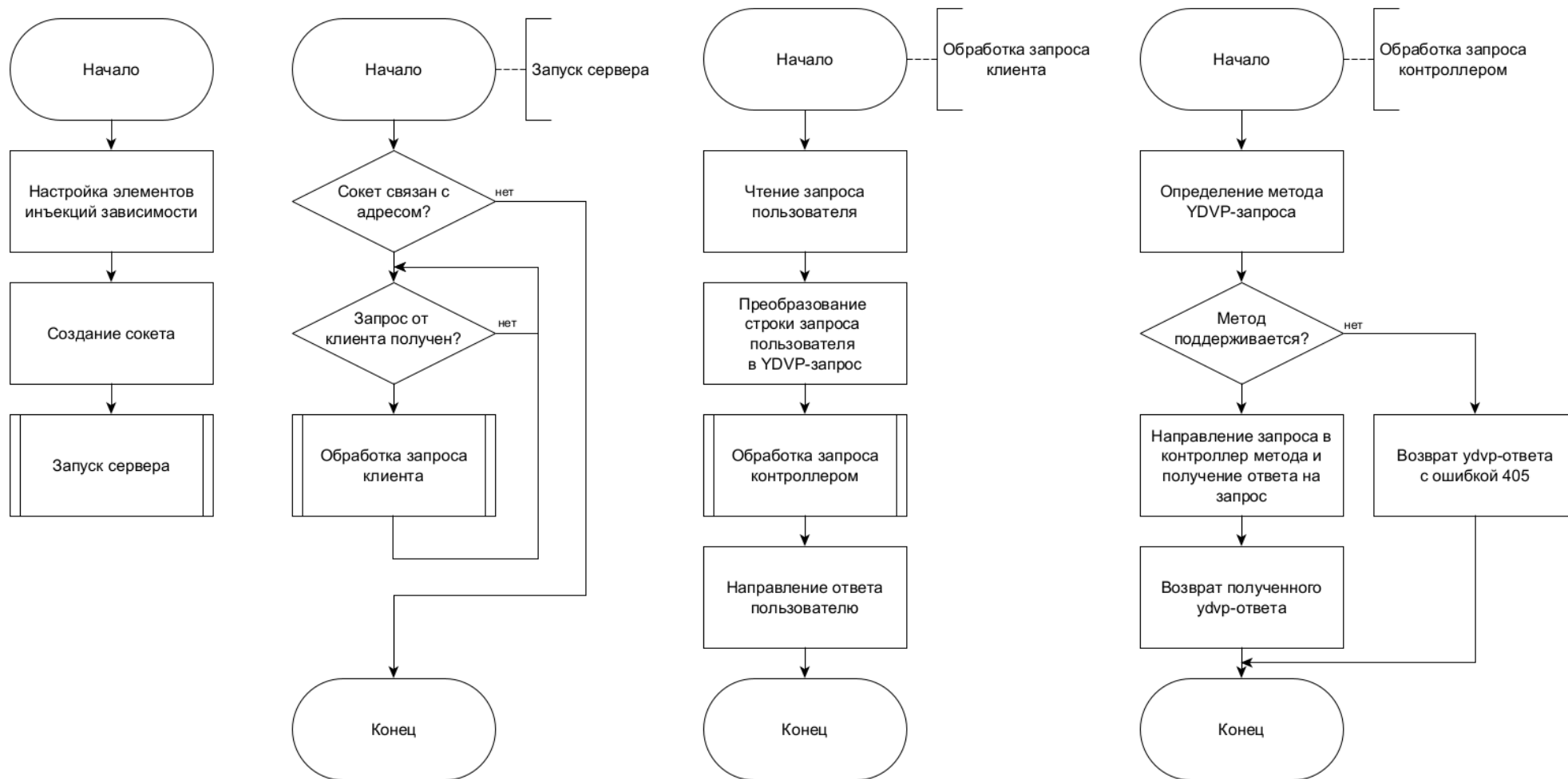
Зависимость времени исполнения запроса от количества записей в таблице по пользователю

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 ≈ 4.53 раза быстрее, чем Postgres,
- время исполнения запросов в InfluxDB примерно равно константе.

Схема работы сервера хранения данных



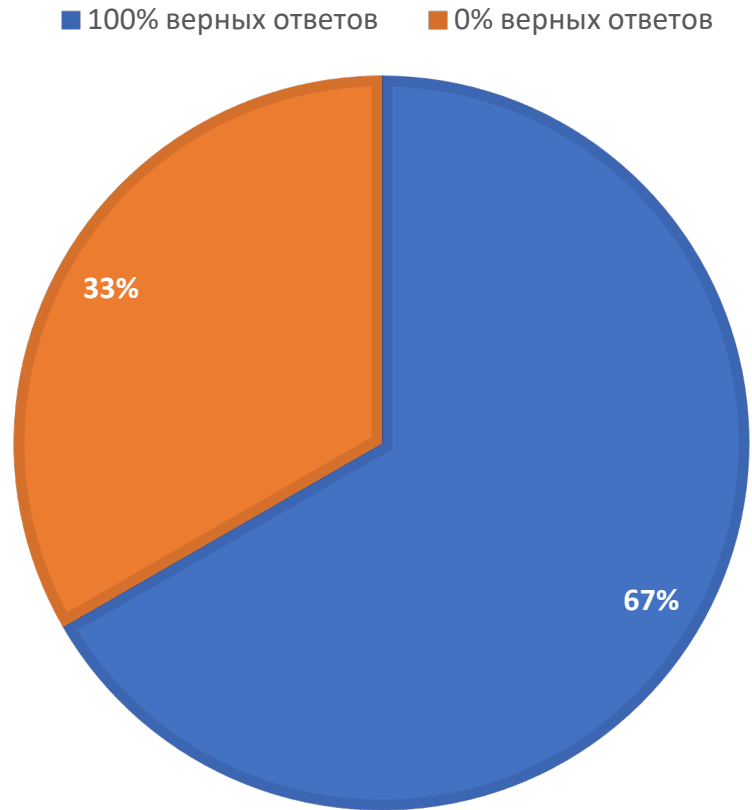
Сравнение количества успешных определений работоспособности пользователя

Наилучшими значениями, принимаемыми за критерий нечеткости для кластеризации данных от клавиатуры, могут служить значения, лежащие в диапазоне от 4.5 до 10.0. Для данных от мыши данный фактор может принимать значения 1.5 – 3.5, 8.0, 9.0 – 10.0.

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

Сравнение количества успешных определений работоспособности пользователя

РЕЗУЛЬТАТ РАСПОЗНАВАНИЯ ПО КЛАВИАТУРЕ



РЕЗУЛЬТАТ РАСПОЗНАВАНИЯ ПО МЫШИ



Заключение

Был разработан и реализован метод 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.

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).