### **Речь для защиты дипломной работы**

Добрый день, уважаемые члены комиссии!

Меня зовут Курнаев Данила Владимирович, и я представляю вашему вниманию дипломную работу на тему: «Разработка программного обеспечения для эргономической оценки кабины самолета с использованием методик PVT и NASA-TLX».

#### Слайд 2: Актуальность

В условиях роста требований к безопасности полетов и эффективности работы пилотов особую актуальность приобретает задача объективной оценки эргономических характеристик кабины самолета. Эргономическая оценка с использованием современных методик, таких как PVT и NASA-TLX, позволяет выявить слабые места во взаимодействии человека и машины, минимизировать влияние человеческого фактора и снизить вероятность ошибок. Разработка системы, обеспечивающей автоматизацию такого анализа, актуальна для повышения надежности авиационных систем и улучшения условий работы экипажа в условиях высокой когнитивной нагрузки.

Более подробно про методики PVT и NASA-TLX, а также расшифровку данных аббревиатур, поговорим в следующих разделах.

#### Слайд 3: Цель работы

Целью дипломной работы является разработка программного обеспечения для проведения эргономической оценки кабины самолета. ПО реализует тесты PVT для анализа скорости реакции и психомоторной бдительности пилотов, а также методику NASA-TLX для оценки субъективной рабочей нагрузки. Система обеспечивает автоматизацию сбора данных, их обработку и визуализацию результатов, предоставляя удобный инструмент для анализа когнитивной и физической нагрузки на пилотов.

#### Слайд 4: Задачи работы

Для достижения поставленной цели я выделил следующие задачи:

* Сформировать требования к системе.
* Выбор стека технологий для реализации ПО.
* Разработать ключевые модули системы.
* Создать графический пользовательский интерфейс.
* Обеспечить сохранение и управление данными.
* Провести интеграцию разработанной системы со стендом.
* Провести тестирование разработанного приложения, подтверждающее корректность его работы.

#### Слайд 5: Используемые методы оценки эргономики

В своей работе я использовал две основные методики оценки эргономики:

* **PVT (Psychomotor Vigilance Task):** метод измеряет скорость реакции оператора на визуальные стимулы, что позволяет оценить его психомоторную бдительность и усталость.
* **NASA-TLX (Task Load Index):** методика субъективной оценки рабочей нагрузки, которая включает шкалы умственной и физической нагрузки, временного давления и других факторов.

Про каждый из методов и детали их реализации в системе будет рассказано позже (на таких-то слайдах как 9 и 11). А сейчас я бы хотел поговорить про архитектуру системы.

#### Слайд 6: Архитектура системы

Приложение построено на основе архитектурного паттерна MVC (Model-View-Controller), который обеспечивает чёткое разделение обязанностей между слоями системы. (ПЕРЕХОД НА СЛЕДУЮЩИЙ СЛАЙД)

#### Слайд 7: Архитектурные подходы:

(Кратко прочитать что подчеркнуто и ПЕРЕХОД НА СЛЕДУЮЩИЙ СЛАЙД)

1. **Слой данных (Model):** отвечает за управление данными, включая их обработку, сохранение и валидацию. Использует локальную базу данных SQLite и ORM-библиотеку SQLAlchemy для работы с данными. Это обеспечивает удобное взаимодействие с хранилищем данных без прямой зависимости от базового SQL.
2. **Сервисный слой (Controller):** реализует основную бизнес-логику приложения. Этот слой обрабатывает входные данные, запускает тесты (PVT и NASA-TLX) и выполняет расчеты. Контроллер связывает данные с пользовательским интерфейсом, обеспечивая их корректную обработку и передачу.
3. **Слой представления (View):** предоставляет графический интерфейс, созданный с использованием библиотеки Tkinter. Интерфейс включает элементы для взаимодействия с пользователем: выбор тестов, отображение текущего состояния системы, визуализация результатов.

Основной принцип заключается в четком разделении ответственности между слоями, что повышает гибкость и устойчивость приложения.

#### Слайд 8: Разработка системы

Сейчас хотелось бы рассказать про основной набор технологий, который я выбрал и использовал для реализации моего ПО. Основной стек технологий включал:

* **Python 3.10**: Выбран за его универсальность, наличие обширной экосистемы библиотек и удобство для прототипирования.  
  (Прототипирование — это, простыми словами, инструмент проверки идей. Он используется для исследования прогресса и функциональности продукта до начала его фактической разработки и может быть применен на любом этапе проектирования.)
* **SQLite**: Простая, надёжная реляционная база данных для хранения пользовательских данных и результатов тестов.
* **SQLAlchemy**: ORM (Object Relational Mapping) для работы с базой данных, позволяющая писать код на Python без необходимости написания сложных SQL-запросов.
* **Tkinter**: Инструмент для создания графического интерфейса пользователя, который обеспечивает простоту разработки и кросс-платформенность.
* **Pydantic**: Используется для валидации данных, чтобы гарантировать корректность информации на входе и выходе приложения.
* **PyInstaller**: Сборщик приложения в единый исполняемый файл, позволяющий упаковать все зависимости и сделать программу готовой к запуску без необходимости установки Python.

#### Слайд 9–10: Реализация теста PVT

Тест PVT (Psychomotor Vigilance Test) используется для оценки скорости реакции пользователя на визуальные стимулы.

Проведение теста PVT включает три основных этапа:

* Генерация случайных стимулов с задержкой 2–5 секунд.
* Фиксация времени реакции и сохранение в базе данных.
* Анализ результатов

В рамках моего приложения тест проводится дважды: до выполнения упражнений и после, что позволяет оценить влияние нагрузки на когнитивные способности пользователя.

(ПЕРЕХОД НА СЛЕДУЮЩИЙ СЛАЙД С примерами Интерфейса)

#### Слайд 11: Реализация NASA-TLX

Тест NASA-TLX (Task Load Index) разработан для субъективной оценки рабочей нагрузки, испытываемой пользователем при выполнении задачи. В моём приложении этот тест используется для анализа восприятия нагрузки после выполнения упражнений, что позволяет оценить изменения в умственной и физической нагрузке, а также уровень стресса.

Пользователь вводит субъективные оценки по шести шкалам:

* Умственная нагрузка.
* Физическая нагрузка.
* Временная нагрузка.
* Уровень усилий.
* Уровень стресса (фрустрация).
* Восприятие эффективности выполнения задачи.

Каждая шкала оценивается от 0 (минимальная нагрузка) до 20 (максимальная нагрузка).

#### Слайд 12–13: Реализация NASA-TLX

После ввода оценок программа предлагает пользователю сравнить важность каждой пары шкал.

Например, пользователь выбирает, что для него более значимо: умственная нагрузка или временные ограничения.

На основе ответов программа рассчитывает веса каждой шкалы, что позволяет учитывать индивидуальные приоритеты пользователя.

— оценка пользователя по *i*-й шкале (например, умственная нагрузка, физическая нагрузка и т.д.);

— вес *i*-й шкалы, полученный в результате парных сравнений;

n — количество шкал (в данном случае n=6);

— сумма всех весов для нормализации итогового показателя.

(ПЕРЕХОД НА СЛЕДУЮЩИЙ СЛАЙД С примерами Интерфейса)

#### Слайд 14: Основные результаты дипломной работы

#### В заключении своей работы я хочу привести основные результаты дипломной работы :

#### Сформулированы требования к системе эргономической оценки кабины самолета;

#### Проведен анализ существующих решений и обоснован выбор стека технологий для реализации тестов PVT и NASA-TLX;

#### Разработаны ключевые модули системы, включая проведение тестов психомоторной бдительности (PVT) и субъективной оценки рабочей нагрузки (NASA-TLX);

#### Создан графический пользовательский интерфейс (GUI), обеспечивающий интуитивно понятное взаимодействие с системой и визуализацию результатов;

#### Проведено тестирование разработанной системы, подтвердившее корректность ее работы и соответствие поставленным требованиям.

**Спасибо за внимание! Готов ответить на ваши вопросы.**

### **То, что может меня спасти в ответах на вопросы**

**Функциональные требования** — это конкретные руководящие принципы, описывающие поведение, функции и операции, которые должно выполнять программное обеспечение или система.

1. **Требования**

Система предназначена для проведения автономного анализа эргономических характеристик кабин самолета с использованием тестов PVT (Psychomotor Vigilance Test) и NASA-TLX (Task Load Index). Она должна работать в условиях ограниченного доступа к сети Интернет, чтобы обеспечить безопасность данных, так как летные данные представляют собой ценную информацию. Использование системы предполагает её установку на локальные машины, что исключает необходимость облачных сервисов и минимизирует риски утечки информации.

Для взаимодействия с системой предполагается использование стандартных устройств ввода информации (клавиатура и мышь), а также возможность просмотра и сохранения данных через интуитивно понятный графический интерфейс. Автономность системы является ключевым требованием, чтобы избежать зависимостей от внешних сервисов и инфраструктуры.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **01\_VC** | | | Система должна функционировать в полном автономном режиме без необходимости подключения к сети Интернет. |
| **02\_VC** | Система должна начинать процесс сбора данных и проведения тестирования в момент запуска через пользовательский интерфейс. | | |
| **03\_VC** | | Система должна работать с такими устройствами ввода информации, как клавиатура и мышь | |
| **04\_VC** | | Система должна проводить анализ данных в соответствии с методиками тестов PVT и NASA-TLX, реализуя предопределенные алгоритмы обработки. | |
| **05\_VC** | | Система должна блокировать возможность начала тестирования, если пользователь не прошел процесс регистрации или авторизации через предоставленный интерфейс. | |
| **06\_VC** | | Система должна предоставлять пользователю визуальное представление результатов тестов в графическом интерфейсе. | |
| **07\_VC** | | Система должна сохранять результаты каждого теста для последующего анализа и экспорта. | |
| **08\_VC** | | Система должна использовать компоненты с открытым исходным кодом. | |
| **09\_VC** | | Система должна минимизировать требования к ресурсам, чтобы работать на устройствах с ограниченными вычислительными возможностями. | |

#### Слайд 7: Архитектура системы

* **MVC (Model-View-Controller)**:
  + Реализовано чёткое разделение приложения на модель (база данных), представление (графический интерфейс) и контроллер (бизнес-логика).
  + Такое разделение улучшает поддержку и тестируемость системы.
* **Фасад**:
  + Применён в слое логики приложения для инкапсуляции сложных операций. Например, управление базой данных и выполнение валидации с помощью Pydantic организованы через унифицированные сервисы.

#### Слайд 9–10: Архитектура системы

**Алгоритм работы теста PVT:**

1. **Подготовка к тесту:**
   * Пользователь выбирает упражнение и задачу, к которой относится тест.
   * Программа настраивает параметры тестирования, включая количество раундов и временные интервалы.
2. **Генерация стимулов:**
   * Тест начинается с того, что на экране отображается сообщение "Ожидайте сигнал".
   * Через случайный промежуток времени (2–5 секунд) появляется сигнал, слово "ЖМИ!".
   * Этот подход исключает возможность предугадывания момента появления сигнала.
3. **Реакция пользователя:**
   * Пользователь должен как можно быстрее нажать на клавишу при появлении сигнала.
   * Программа фиксирует время реакции с точностью до миллисекунд.
4. **Фиксация и сохранение данных:**
   * Результаты каждого раунда записываются в базу данных.
   * Для каждого теста сохраняются следующие параметры:
     + Время реакции пользователя.
     + Упражнение и задача, к которой относится тест.
     + Тип теста (до или после нагрузки).
     + Дата и время выполнения.
5. **Анализ данных:**
   * После завершения всех раундов программа рассчитывает:
     + Среднее время реакции.
     + Минимальное и максимальное время реакции.
   * Эти показатели позволяют оценить стабильность и точность реакций.
6. **Сравнение результатов:**
   * После выполнения упражнений пользователь повторяет тест.
   * Сравнение результатов до и после нагрузки помогает определить влияние физических или когнитивных нагрузок на время реакции.

**Пример работы теста:**

* Если среднее время реакции до нагрузки составляет 250 мс, а после — 310 мс, это указывает на снижение концентрации и внимания из-за усталости.
* Минимальное время реакции может показать пиковую скорость реакции, а максимальное — моменты срывов внимания.

**Преимущества реализации:**

* Генерация случайных стимулов делает тестирование объективным и исключает адаптацию к сигналам.
* Сохранение результатов в базе данных позволяет анализировать их в будущем и строить графики для более глубокого анализа.
* Разделение тестов на этапы "до" и "после" обеспечивает возможность количественной оценки воздействия упражнений.

Тест PVT в данном приложении — это не только инструмент измерения времени реакции, но и средство для изучения влияния внешних факторов на когнитивные способности пользователя.

#### Слайд 11-13: Заключение

**Алгоритм работы теста NASA-TLX:**

1. **Сбор оценок по шкалам:**
   * Пользователь вводит субъективные оценки по шести шкалам:
     + Умственная нагрузка.
     + Физическая нагрузка.
     + Временная нагрузка.
     + Уровень усилий.
     + Уровень стресса (фрустрация).
     + Восприятие эффективности выполнения задачи.
   * Каждая шкала оценивается от 0 (минимальная нагрузка) до 20 (максимальная нагрузка).
2. **Парные сравнения для определения весов:**

После ввода оценок программа предлагает пользователю сравнить важность каждой пары шкал.

Например, пользователь выбирает, что для него более значимо: умственная нагрузка или временные ограничения.

На основе ответов программа рассчитывает веса каждой шкалы, что позволяет учитывать индивидуальные приоритеты пользователя.

— оценка пользователя по *i*-й шкале (например, умственная нагрузка, физическая нагрузка и т.д.);

— вес *i*-й шкалы, полученный в результате парных сравнений;

n — количество шкал (в данном случае n=6n = 6n=6);

— сумма всех весов для нормализации итогового показателя.

1. **Сравнение результатов:**
   * Сравнение итоговых индексов нагрузки позволяет выявить, как нагрузка на пользователя изменилась под влиянием физического или умственного напряжения.
2. **Пример работы теста:**
   * Если пользователь оценивает умственную нагрузку в 18 баллов и считает её самой важной, то итоговый взвешенный индекс нагрузки будет сильно зависеть от этой шкалы.
   * В случае парного сравнения, где пользователь выбирает, что временная нагрузка важнее физической, временная нагрузка получит больший вес.

#### Слайд 15: Заключение

Таким образом, все поставленные задачи были успешно выполнены. Реализация данной системы в будущем позволит эффективно анализировать эргономические характеристики кабины самолета, снизить число ошибок, связанных с человеческим фактором, и повысить безопасность полетов, обеспечив оптимальные условия работы для пилотов в условиях высокой нагрузки.