

Разработка интерфейса для интеллектуализации медицинских исследований в области микроскопии

А.Д. Андреева¹, П.А. Шагалова¹, Э.С. Соколова¹

¹ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, ул. Минина, 24, Нижний Новгород, 603950, Россия

Аннотация

Медико-биологические исследования имеют большое значение в современной медицине. Разработка интерфейса для интеллектуализации медицинских исследований в области микроскопии является актуальной и практически значимой задачей, так как создание эффективного и отвечающего стандартам юзабилити UX/UI дизайна системы позволит проработать существующую бизнес-логику и проанализировать существующие проблемы безопасности данных. При разработке интерфейса исследованы вопросы повышения качества, простоты и удобства использования лабораторной информационной системы (ЛИС) медиками-исследователями с целью упростить работу медицинского персонала и увеличить скорость их работы над ежедневными задачами. Исследовано влияние анализа целевой аудитории на проектирование качественных систем и составлен портрет пользователя ЛИС, представлен процесс создания UI дизайна интерфейса для разрабатываемой системы анализа медицинских изображений, произведено обоснование принятых стилистических решений. Созданный интерфейс протестирован на целевой аудитории в лице сотрудников одного из филиалов многопрофильных клиник «Ника спринг». Новизна решения заключается в разработке UX/UI-дизайна ЛИС, не имеющей аналога на рынке.

Ключевые слова

Разработка интерфейса, микроскопия крови, юзабилити, лабораторные информационные системы, юзабилити-тестирование.

Development of an Interface for Intelligent Medical Research in Microscopy

A.D. Andreeva¹, P.A. Shagalova¹, E.S. Sokolova¹

¹ NNSTU named after R. E. Alekseev, 24 Minina street, Nizhniy Novgorod, 603950, Russia

Abstract

Biomedical research is of great importance in modern medicine. The development of an interface for the intellectualization of medical research in microscopy is a relevant and practically significant task, since the creation of an effective and user-friendly UX/UI system design makes it possible to work out the existing business logic and analyze the existing data security problems. In developing the interface, it was investigated how to improve the quality, simplicity and usability of the laboratory information system (LIS) by medical researchers in order to simplify the work of medical staff and increase the speed of their work in daily tasks. The influence of the target group analysis on the design of quality systems is studied and the LIS user portrait is created; the process of UI interface design for the developed system of medical images analysis is presented, the justification of the adopted stylistic solutions is made. The created interface was tested on a target group represented by the employees of one of the branches of Nika Spring multidisciplinary clinics. The novelty of the solution lies in the development of a UX/UI design for the LIS, which has no counterpart on the market.

ГрафиКон 2022: 32-я Международная конференция по компьютерной графике и машинному зрению, 19-22 сентября 2022 г., Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина, Рязань, Россия

EMAIL: anyu.2000@bk.ru (А.Д. Андреева); polli-shagalova@yandex.ru (П.А. Шагалова); essokolowa@gmail.com (Э.С. Соколова)
ORCID: 0000-0002-9140-0231 (А.Д. Андреева); 0000-0002-6676-4228 (П.А. Шагалова); 0000-0003-0860-2463 (Э.С. Соколова)



© 2022 Copyright for this paper by its authors.
Use permitted under Creative Commons License Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

Keywords

Interface development, blood microscopy, usability, laboratory information systems, usability testing.

1. Введение

В последнем десятилетии XXI века активно растет роль юзабилити и интерфейса в проектировании систем, так как количество цифровых продуктов и услуг неуклонно растет, а вместе с этим растет и необходимость в качественной и визуальной удовлетворенности пользователя. В этой связи важная роль отводится UI/UX дизайну информационных систем, цель которого обеспечить легкость и удобство пользования продуктом, что достигается проведением аналитики поведения пользователя, оптимизацией связей между элементами интерфейса, их визуальном расположении, выбором цветовой палитры, стиля интерфейса и т.д. Улучшение эффективности продукта, которое заключается в объединении целей пользователей и разработчиков, во многом заслуга UX проектирования. С его помощью разрабатывается логика, строится архитектура и создается сам продукт, однако все это строится на тщательном анализе целевой аудитории, её ожиданиях и потребностях. UI-дизайн является продолжением «пользовательского опыта» и отвечает за грамотный интерфейс, с которым удобно будет работать пользователю.

В текущем контексте современные медицинские информационные системы и технологии хоть и приближаются к юзабилити, но все же достаточно старомодны и неудобны в плане эффективного взаимодействия с пользователем. Также надо учесть, что существующие на рынке решения чрезвычайно дороги и недоступны подавляющему большинству лабораторий. Поэтому создание более дешевого отечественного комплекса, ориентированного под требуемые задачи, который будет прост в использовании и иметь интуитивно понятный интерфейс, упростит работу медицинскому персоналу.

В данной работе проводится исследование методологии проектирования лабораторной информационной системы в рамках усовершенствования существующей системы анализа медицинских изображений.

2. Исследование целевой аудитории разрабатываемого продукта

Одним из первостепенных этапов создания системы является анализ конечного пользователя, а также наблюдение за ним в рабочей обстановке. Так как в большинстве случаев человек, проектирующий систему, сидит в своем офисе и может лишь догадываться, как именно она должна работать и как взаимодействовать с пользователем. Наблюдение позволит не только грамотно построить логику взаимодействия, но и качественно обеспечить безопасность как системы, так и человека и его персональных данных.

Пользователь в момент работы с системой опирается на свой опыт и выполняет те или иные действия, к которым он привык. Поэтому, если система не содержит привычных и стандартных алгоритмов или шаблонов действия, пользователям придется в той или иной мере пытаться выполнить свои задачи так, как они это знают, но на их пути может встать система безопасности. Данного развития событий можно избежать, если включить знания о взаимодействии человека и компьютера в этапы проектирования.

2.1. Область лабораторной медицины

Основной отраслью, включающей в себя медицинские исследования в области микроскопии, является лабораторная диагностика. Она значительно облегчает работу специалистов, позволяя наиболее точно и эффективно, опираясь на результаты анализов, поставить диагноз и в целом ускорить механизм принятия решений.

Лабораторная диагностика в основном включает в себя: «забор» биологического материала, его хранение, исследование и расшифровку полученных результатов анализов. При этом виды

биологического материала, поступающего в лабораторию, разнообразны: кровь, моча, кал, мокрота, слюна, сперма, соскобы и мазки, образцы гистологии и др.

К основным исследованиям, проводимым в лабораториях, относят: общий анализ крови, биохимический анализ, серологические исследования, иммуноферментный анализ и т.п. Однако в области лабораторной медицины, имеющей большое значение в клинической практике, следует выделить обработку и анализ изображений, полученных при микроскопии крови. Гематологические анализаторы, несмотря на все достоинства, обладают ограничениями, которые касаются выполнения морфологических исследований клеток крови, и не могут полностью заменить световую микроскопию. Анализ мазка крови при таких исследованиях производится специалистами вручную [1].

В лабораториях помимо специализированного оборудования также присутствуют и лабораторные информационные системы (ЛИС), призванные ускорить выполнение исследований широкого спектра и упорядочить материалы и результаты исследований. Данные системы обслуживает лаборант, в задачи которого входит:

1. регистрация поступающего в лабораторию биологического материала;
2. отслеживание всего жизненного цикла пробирки (от регистрации до утилизации);
3. ведение отчетности и электронных журналов;
4. отслеживание динамики результатов, составление результатов исследований;
5. формирование электронных рецептов для аптеки и электронных требований для склада и т.д.

При этом ЛИС содержит реляционные базы данных, которые позволяют оперативно вносить изменения и настраивать программу в соответствии с требованиями лаборатории. Данные системы, благодаря своей гибкости, также интегрируемы с другими автоматизированными решениями (например, система электронного документооборота) [2].

2.2. Составление портрета пользователя

Целевой аудиторией разрабатываемой системы являются сотрудники клинической лаборатории, среди которых можно выделить лаборантов как сотрудников с наибольшим числом взаимодействий с системой ежедневно. К числу их должностных обязанностей относятся: выполнение лабораторных исследований, подготовка необходимых реактивов и растворов, принятие и регистрация биологического материала, стерилизация и маркировка лабораторных инструментов, а также составление и оформление сопроводительной документации.

В соответствии с исследованием [3] и приведенной выше информацией составим портрет пользователя типа «Лаборант»:

- Образование: специальность «Лабораторное дело».
- Словесное описание пользователя: работает в частной лаборатории, имеет опыт взаимодействия с лабораторной информационной системой, ежедневно выполняет 100-200 исследований биологического материала.
- Задачи внутри системы: составление утреннего и вечернего отчетов по лабораторным инструментам, выполнение исследований поступающего лабораторного материала, отслеживание жизненного цикла пробирки в системе.
- Требования: быстрое предоставление результатов исследования, более удобные механизмы составления отчетности, новые модули для качественного анализа биоматериала.

3. Реализация UI-дизайна системы

При реализации пользовательского интерфейса ЛИС решались задачи функциональности дизайна, обеспечения качества визуализации, удобства взаимодействия с элементами, а также возможности наращивания функционала. Система включает 4 независимых модуля, основанных на алгоритмах компьютерного зрения, которые объединены в одно приложение [4]. На вход

каждого из них поступают изображения, полученные при помощи микроскопии. На рисунке 1 приведен интерфейс модуля «Анализ процесса агрегации тромбоцитов».

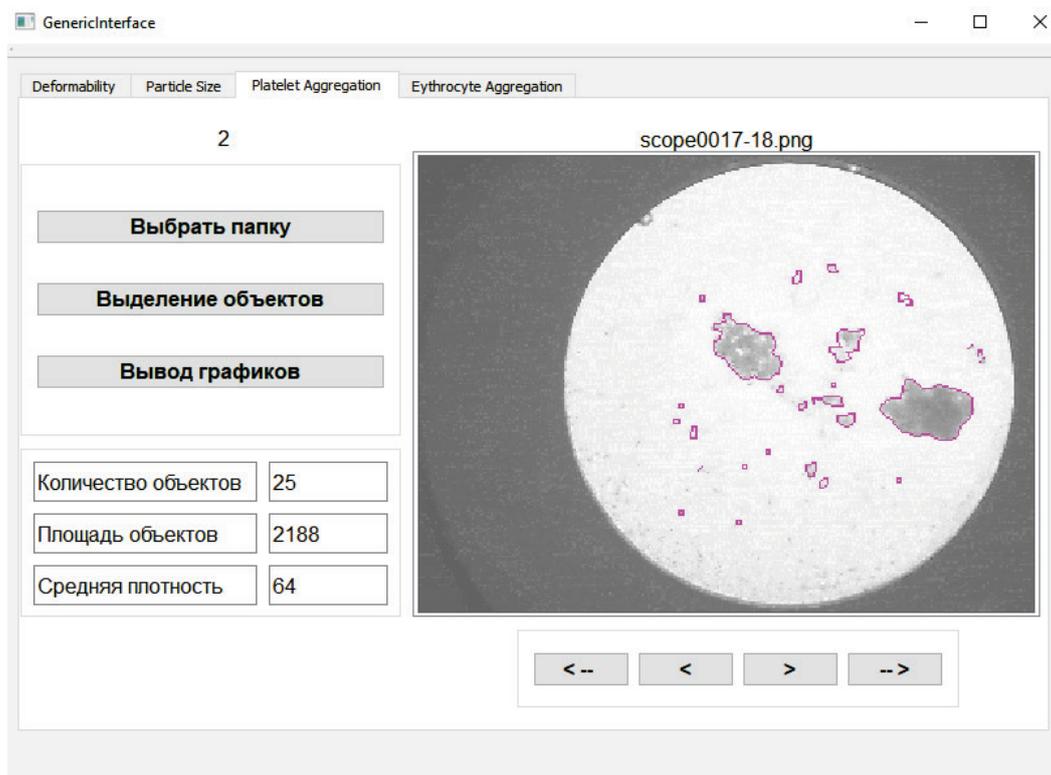


Рисунок 1 – Интерфейс модуля «Анализ процесса агрегации тромбоцитов»

Помимо уже созданных модулей обработки изображений микроскопии планируется разработать модуль морфологического исследования эритроцитов, модуль морфологического исследования лейкоцитов, а также модуль выполнения общего анализа. Кроме того, будет добавлен модуль взаимодействия с медицинским оборудованием, модуль работы с базой данных и другие модули, необходимые для эффективной работы лабораторной информационной системы в клинической лаборатории.

В этой связи на данном этапе разработки ЛИС модернизируется существующее приложение и разработан его базовый функционал – авторизация в системе, добавление необходимого модуля на главный экран.

Система реализована с помощью фреймворка Qt на языке программирования C++ с использованием алгоритмов компьютерного зрения.

3.1. Требования для разрабатываемой лабораторной информационной системы

Для реализации прототипа лабораторной информационной системы, ориентированной на исследования в области микроскопии крови, были сформулированы следующие требования, касающиеся функциональной и визуальной составляющих:

1. Полная русификация интерфейса приложения с наличием всплывающих подсказок.
2. Масштабирование приложения под запрос пользователя с учетом установленного минимального и максимального размера окна, учитывающего разрешение как современных, так и наиболее распространенных дисплеев.
3. Визуальное представление программы в виде уникальной иконки приложения и его названия.

4. Наличие удобного интерфейса, ориентированного на сотрудников лаборатории, который содержит в себе понятную навигацию по модулям и цветовое оформление, учитывающее специфику работы.
5. Отсутствие необходимости в открытии дополнительных окон для просмотра диаграмм полученных результатов или иной информации.
6. Присутствие механизма сохранения полученных результатов анализов в файл.

Структурно исходная версия приложения представляла собой объект класса `QTabWidget`, который содержал в себе четыре модуля. Первоначальной идеей было сохранение существующей организации объектов на форме, но при этом заголовки вкладок перенести в горизонтальное положение и разместить справа от рабочего пространства. Данный подход получилось реализовать с помощью свойства `tabPosition = West` самой таблицы и подключения нового класса, определяющего отрисовку вкладок – `QProxyStyle`. Однако добавление новой вкладки и сокрытие остальных (например, при переходе в личный кабинет) корректно реализовать не удалось, также возникла проблема с тестовой стилизацией таблицы (так как за место привычных элементов присутствовала отрисовка).

3.2. Исследование влияния цветовой палитры интерфейса системы на работоспособность медицинского работника

Важное значение при работе с ЛИС имеет цветовое оформление графического интерфейса. Медицинские работники вне зависимости от специализации основываются на строгом регламенте и формализованных требованиях, количество которых в большинстве случаев огромно. Процессы, происходящие в медицинских лабораториях в настоящее время, нелинейны и объемны, поэтому сотрудникам приходится взаимодействовать с программами как минимум половину рабочего времени. Цветовое решение интерфейса значительно влияет на восприятие информации медиками при работе с ЛИС при большом времени работы с системой, и с целью минимизации ошибок необходимо проработать вопросы цветовой палитры интерфейса. Повышенные требования к строго структурированной и организованной информации в системе приводят к заключению о необходимой лаконичности визуальной составляющей, объединению взаимосвязанных блоков что упрощает восприятие информации.

Кроме того, исследование Джо Халлока о предпочтениях в любимом цвете среди мужчин и женщин [7] показывает, что наиболее популярным выбором являются холодные оттенки, а не теплые. Данная статистика напрямую связана с психологией цвета, в которой наибольшее доверие вызывают синий, черный, зеленый, белый, серый.

3.3. Обоснование применения стилистических решений

Для построения интерфейса проанализирована документация Qt с целью реализации оптимального решения для поставленной задачи. Основываясь на знаниях об иерархии классов и применении таблицы стилей, проведен анализ существующих информационных систем разнообразной направленности (VK, Discord, Canva, IDENT, 1C, VSCode) с целью выявления наиболее распространенных паттернов в организации внешнего вида системы. На его основе был сделан вывод, что большинство систем и веб-сервисов на данный момент ориентированы на расположение в левой части экрана меню или подменю со статическим его закреплением. Поэтому использование данной модели в лабораторной информационной системе прогнозируемо уменьшит время, необходимое для её освоения пользователем.

Таким образом, в результате анализа технологий построения информационных систем для поиска эффективных решений, а также ориентируясь на составленный портрет пользователя и его ожидания был составлен детализированный прототип, который отражает принятые стилистические решения.

В качестве основного шрифта приложения выбран Gotham Pro, который пользуется популярностью более 20 лет и при этом не теряет актуальности. Достаточно сдержан и лаконичен, без засечек [5].

Важную роль в восприятии системы, а также во влиянии на физическое и психологическое здоровье пользователя играет цвет [6]. Он окружает нас на протяжении всей жизни и несет в себе разнообразную информацию – от сигналов опасности до узнаваемости брендов. Использование цвета, его яркости, а также сочетаемости с другими является одним из этапов разработки системы и ее составляющих. Сотрудник лаборатории как пользователь разрабатываемой системы осуществляет рабочую деятельность в аналогичных программных продуктах в течение большей части смены. Поэтому требуется тщательно подойти к выбору цветового оформления дизайна.

Холодные оттенки, традиционно распознаваемые как спокойные, наиболее положительно влияют на рабочую обстановку и сосредоточенность коллектива. Немаловажное значение также играет оттенок и насыщенность, которые воздействуют на внимание пользователя.

Цветовой палитрой системы являются серый и голубой, которые ассоциируются со сферой медицины, а также акцентный фиолетовый мягкого оттенка, который перекликается с логотипом. Сочетание двух цветов позволяет визуально выделить на экране рабочую зону, а также пространство с проанализированными модулем изображениями, отображенными диаграммами и графиками. Голубой цвет кнопок является триггером и привлекает к себе внимание, в то время как их расположение (последовательно вертикально или горизонтально) указывает на порядок взаимодействия с ними.

Расположение функционала иерархично, так как основные модули будут объединены и отображены в меню, которое в свою очередь будет открывать боковую панель и определенный модуль на главном экране. Данная последовательность действий также отражена с помощью цвета элементов – темно-серого меню, выделяющегося на фоне остальных объектов, и более светлой боковой панели, которая подчеркивает местоположение основных и наиболее используемых модулей и составляющих программы.

На рисунках 2 и 3 представлены детализированные прототипы системы, которые отражают принятые стилистические решения.

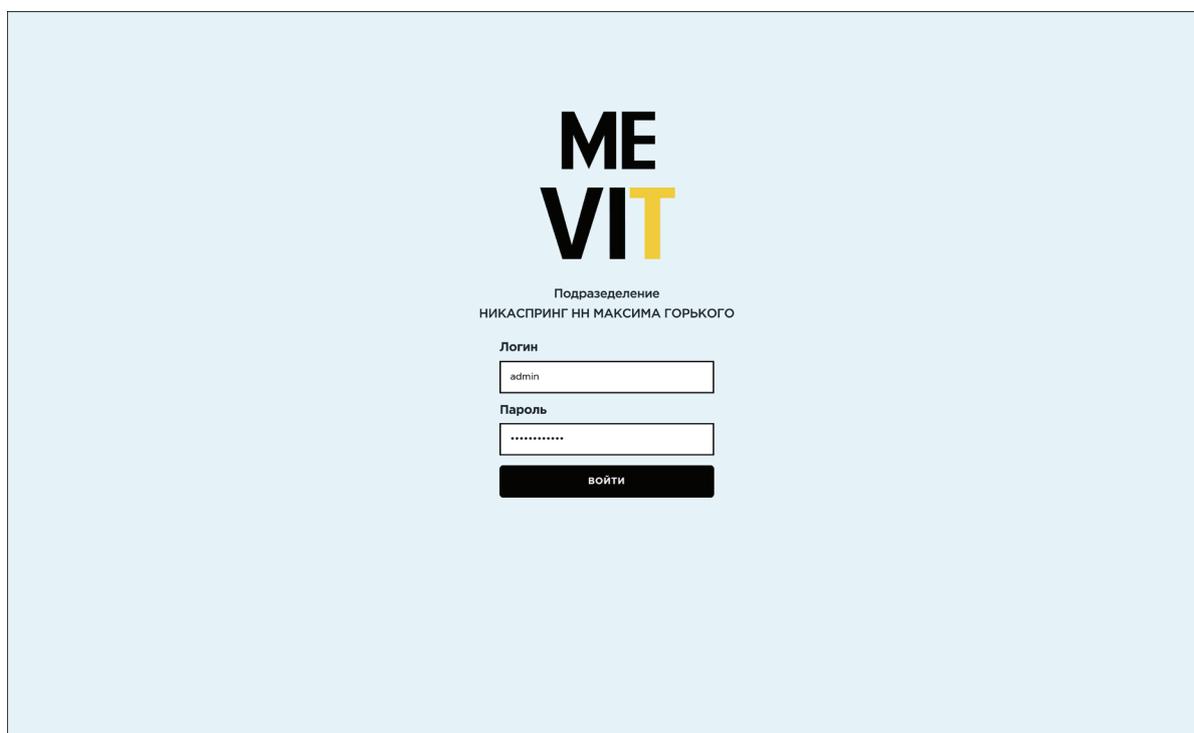


Рисунок 2 – Детализированный прототип формы Авторизации

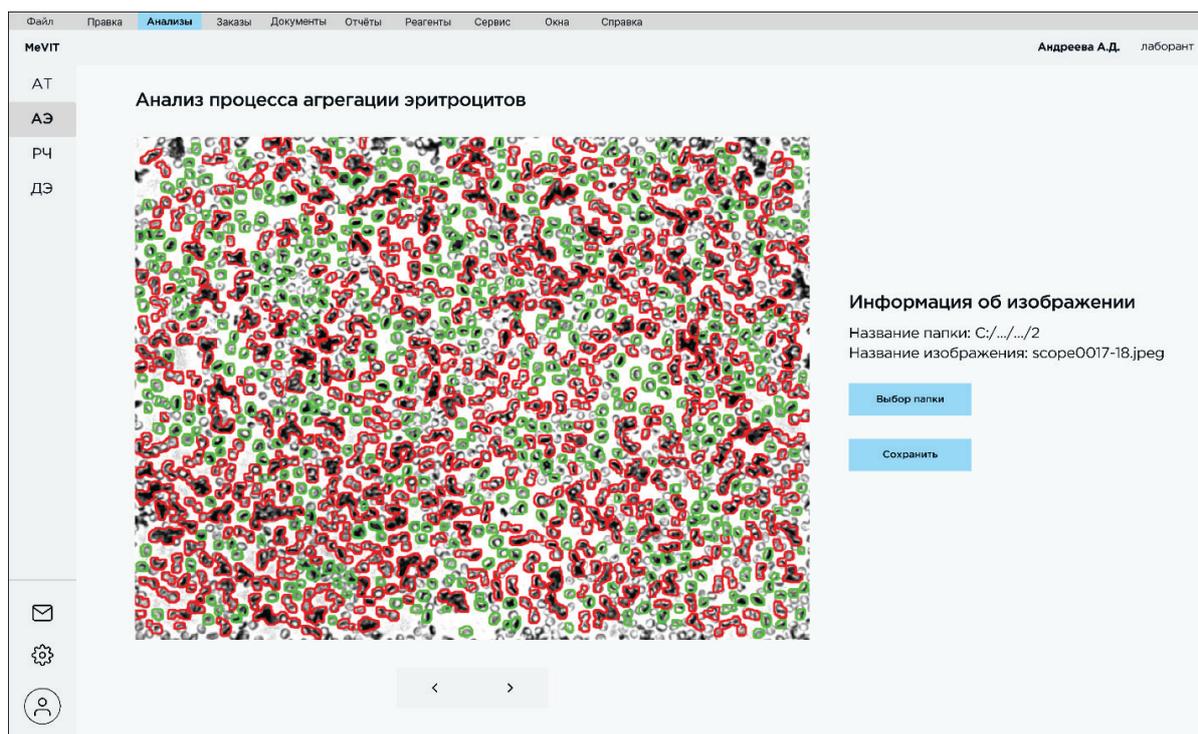


Рисунок 3 – Детализированный прототип формы «Анализ процесса агрегации эритроцитов»

3.4. Программная реализация интерфейса

В соответствии с разработанным шаблоном проектирования разработана основная форма, которая в дальнейшем будет объединять основной функционал всего приложения.

В качестве главного объекта выступает класс `QStackedWidget`, который представляет собой стек виджетов, соответствующих четырем анализаторам и личному кабинету, отображение которых зависит от нажатой на боковой панели кнопки (рисунок 3).

Позиционирование внутри формы и расположение элементов на ней организовано с помощью `Horizontal/Vertical spacer`, а также группировки инструмента `Layouts`. По тому же принципу были разработаны формы авторизации и входа в личный кабинет. Функционально каждому виджету соответствует свой класс, в котором реализована вся логика.

Стилизация графического оформления описана в файлах расширения `.qss`, которые являются аналогом каскадных таблиц стилей `CSS2` и имеют схожую структуру описания стилей объектов, а также поддерживают обращения к классу, к имени и к иерархии виджетов на форме.

4. Юзабилити-тестирование разработанного интерфейса на целевой аудитории

Для проверочного тестирования разработанного прототипа лабораторной информационной системы `MeVIT` сформулированы следующие задания, которые в полной мере охватывают текущую логику системы:

1. Произвести вход в систему – участнику выдается логин и пароль аккаунта, в который он должен войти.
2. Открыть модуль Анализа размера частиц – участнику после входа в систему необходимо открыть требуемый модуль без подсказки модератора.
3. Произвести преобразование изображения в модуле Анализа процесса агрегации тромбоцитов – участник открывает требуемый модуль и совершает последовательность действий.
4. Произвести масштабирование окна – участник сворачивает в окно программу и масштабирует окно при помощи границ.

5. Перейти в личный кабинет пользователя – участник должен найти соответствующую кнопку и произвести вход в личный кабинет (пароль выдается модератором).
6. Из личного кабинета пользователя перейти в раздел Микроскопии крови – участнику предлагается вернуться в первоначальный раздел, содержащий четыре основных модуля.
7. Для чего предназначен функционал «заработная плата» в личном кабинете – участнику предлагается без полного взаимодействия с данным функционалом ответить на поставленный вопрос.

Проанализировав результаты эксперимента, проводимого совместно с сотрудниками одного из филиалов сети многопрофильных клиник «Ника спринг», была составлена диаграмма, демонстрирующая полученные показатели по основным факторам удобства юзабилити: скорости и эффективности работы приложения. Текущий этап разработки лабораторной информационной системы не позволяет провести оценку фактора запоминаемости, так как для этого требуется как минимум повторение эксперимента на той же группе лиц через продолжительный промежуток времени (от полугода).

Проведение оценки обучаемости работы с приложением персонала клиник в данный момент достаточно субъективно, так как для этого требуется продолжительный период времени, в течение которого пользователь взаимодействовал с системой. Однако испытуемые заметили, что по мере выполнения заданий им легче было сориентироваться в интерфейсе системы, что демонстрирует потенциал быстрой обучаемости в дальнейшем.

На рисунке 4 приведена диаграмма показателей оценки средней скорости и эффективности системы, основанная на результатах выполнения участниками всех заданий. Секундомер, установленный в начале тестирования, фиксировал общее время прохождения полного комплекта задач, в то время как модератор отслеживал время, затраченное участником на каждое задание и количество ошибок, которые были допущены. В качестве ошибок фиксировались обращения к модератору за помощью.

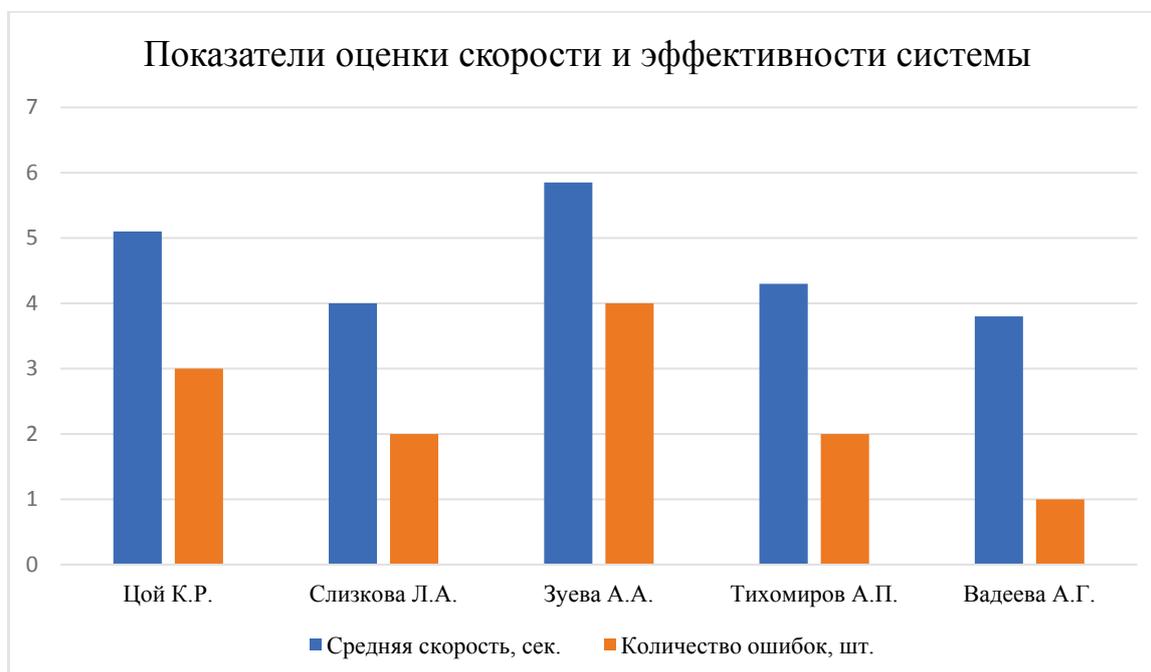


Рисунок 4 – Диаграмма результатов юзабилити-тестирования

Предпочтения пользователя, также относящиеся к факторам оценки удобства пользования системы, были косвенным образом проявлены участниками эксперимента во время выполнения заданий. Они представляют собой стандартные ментальные модели, характеризующие опыт взаимодействия человека и системы в целом. К примерам данных моделей, которые были выявлены, можно отнести: нажатие клавиши enter для произведения входа в систему, нажатие ПКМ для открытия контекстного меню (на этапе работы с расчётными модулями программы).

После проведенного исследования на вопрос «Согласны ли вы пользоваться данной системой в будущем?» согласием ответили 4 из 5 испытуемых, «Устраивает ли вас дизайн?» – согласились все респонденты. Первая апробация показала, что прототип ЛИС оставил положительное впечатление.

Участниками было отмечено, что расположение объектов на главном экране системы отражает большое количество информации (в лице боковой панели), визуально удобно расположенной, легко запоминаемой при выполнении ежедневных задач, что напрямую влияет на повышение скорости работы пользователя.

В результате апробации разработанной системы сотрудники лаборатории высказали пожелания в добавлении модуля необходимых формул для расчета значений показателей, например, для иммуноферментного анализа. Также было отмечено, что в аккаунте необходим календарь с расписанием смен на ближайший месяц, что совпадает с разработанным функционалом прототипа аккаунта сотрудника. Было предложено перенести на боковую панель личного кабинета модуль заработной платы сотрудника и защитить паролем только его, а не весь личный кабинет в целом.

Таким образом, разработанная система актуальна, помогает персоналу повысить скорость принятия решений, интерфейс которой позволяет быстро обучить сотрудников пользоваться реализованным в ней функционалом. Ее апробация в реальных условиях позволила выявить типовые шаблоны поведения пользователей, учет которых при доработке системы позволит повысить эффективность ее использования.

5. Перспективы развития

В дальнейшем планируется доработка и расширение функционала системы, а также более тщательная разработка фирменного стиля, включающего в себя визуальные элементы (например, иконки), цветовую палитру и индивидуальный стиль оформления интерфейса. Дальнейшая разработка лабораторной информационной системы также предполагает создание полного комплекта модулей для конечного приложения, которое будет включать следующие этапы:

1. Переход на следующую итерацию разработки UX/UI дизайна.
2. Подробный анализ конкурентных продуктов и целевой аудитории.
3. Создание бизнес-логики всех процессов.
4. Создание версий приложения для большинства платформ.
5. Вынесение расчётной логики в отдельные библиотеки.
6. Осуществление защиты базы данных, а также развертывание сервера и реализация разработанной архитектуры.
7. Обеспечение многоуровневого резервного копирования данных.

После сборки версии 1.0 продукта будут рассматриваться перспективы перехода на микросервисную архитектуру, а также перехода на российскую СУБД Postgres Pro.

6. Список источников

- [1] Микроскопические методы и их роль в современных биологических науках / В.О. Бородин, Д.Х. Сабиров, А.Н. Цыбина, Е.А. Звада. // Научное обозрение. Педагогические науки. 2019. № 5-2. С. 36–40.
- [2] Дегтярева А.В. Особенности автоматизации работы в лаборатории с помощью лабораторной информационной системы (ЛИС) [Электронный ресурс] // Международный студенческий научный вестник. 2017. № 5. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=17321> (дата обращения 12.05.2022).
- [3] Золотарев П. Н., Баева Е. С., Красота О. В. Оценка характера труда сотрудников клинично-диагностических лабораторий // Медицинский альманах. 2015. №3 (38). С.15–18.
- [4] Разработка приложения для задач обработки изображений клеток крови [Электронный ресурс] / П.А. Шагалова, Э.С. Соколова, С.Н. Рындов, А.В. Бухнин // «Информационные системы и технологии» – ИСТ-2022. Программа и аннотации докладов XXVIII

- Международной научно-технической конференции. Н.Новгород, 2022. С. 67. URL: <https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/news/2022/04/20/ist/programm.pdf?21-04> (дата обращения 30.06.2022).
- [5] Пошаговое руководство по сочетанию шрифтов и подбору шрифтовых пар [Электронный ресурс] URL: <https://ux.pub/editorial/poshaghovoie-rukovodstvo-po-sochietaniiu-shriftov-i-podboru-shriftovykh-par-16rj> (дата обращения 15.05.2022).
- [6] Психология цвета в UX [Электронный ресурс]. URL: <https://www.uprock.ru/articles/psihologiya-cveta-v-ux> (дата обращения 15.05.2022).
- [7] Preferences – Favorite Color [Электронный ресурс]. URL: <http://www.joehallock.com/edu/COM498/preferences.html> (дата обращения 15.05.2022).