

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.42:612.395.5

Пикуза  
Анна Владимировна

Алгоритм и программное средство  
для контроля уровня потребления калорий

**АВТОРЕФЕРАТ**  
на соискание степени магистра  
по специальности 1-39 80 03 Электронные системы и технологии

Научный руководитель  
Давыдов Максим Викторович  
канд. техн. наук, доцент каф. ТОЭ

Минск 2024

## КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

В современном мире, важным аспектом поддержания здорового образа жизни является правильное питание. Употреблять необходимое количество калорий нужно для обеспечения хорошего самочувствия, повышения продуктивности, предотвращения развития заболеваний.

В связи с этим, разработка приложения для подсчета калорий, которое осуществляет учёт энергозатрат становится всё более актуальной. Научные исследования в этой области включают изучение основных принципов энергетического баланса и пищевой ценности.

Приложение для подсчета калорий помогает пользователям получать точные данные о своем ежедневном потреблении калорий и анализировать эффективность физических упражнений.

Подобное приложение является не только практическим инструментом для поддержания здорового образа жизни, но и образовательной платформой. Пользователи могут получить больше информации о пищевой ценности различных продуктов, что поможет им сделать обоснованный выбор в пользу более полезных продуктов.

Разработанный алгоритм контроля показателей метаболизма включает в себя расчет базового уровня метаболизма человека, расчет суточной нормы калорий с учётом образа жизни человека, расчет скорректированной суточной нормы калорий, расчет количества сжигаемых калорий, расчет суточной нормы воды.

Приложение помогает отслеживать водный баланс, учитывает индивидуальные потребности пользователя.

Правильно подобранный рацион питания для осуществления конкретной цели поможет улучшить рост силовых показателей; повысить выносливость и работоспособность; обеспечить заряд энергии; оптимизировать образование жировой ткани и нормализовать уровень гликогена в мышцах.

Кроме того, для того, чтобы помочь пользователю достичь своей цели, приложение содержит элементы геймификации, которые мотивируют пользователей к достижению конкретной цели: потеря веса, поддержание веса, набор веса.

Дизайн приложения разработан интуитивно понятным и эргономичным, благодаря которому пользователь легко находит все необходимые функции и настраивает их под свои потребности.

Алгоритм подсчёта калорий разработанного приложения учитывает не только количество употреблённых человеком калорий, но и сожжённых им калорий в результате физической активности.

# **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

## **Связь работы с научными программами (проектами), темами**

Тема диссертационной работы утверждена приказом ректора от 03.10.2022 г. №2277-с учреждения образования Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники.

Диссертационная работа выполнена для ГУ «Республиканский научно-практический центр спорта».

## **Цель, задачи, объект и предмет исследования**

Целью диссертационной работы является разработка алгоритма контроля показателей метаболизма человека для приложения для подсчета калорий с учётом физической активности, которое помогает пользователям контролировать своё питание и достигать спортивных целей.

Потребовалось решить следующие задачи:

1. Исследовать актуальность темы подсчета калорий.
2. Провести сравнительный анализ существующих методик подсчета калорий.
3. Разработать алгоритм контроля показателей метаболизма человека.
4. Разработать рекомендации по разработке приложения.
5. Оценить результаты исследования контроля показателей метаболизма.

Объектом исследования является метаболизм человека.

Предметом исследования является контроль определённых показателей метаболизма.

## **Научная новизна**

Новизна диссертационного исследования заключается в том, что алгоритм подсчёта калорий разработанного приложения учитывает не только количество употреблённых человеком калорий, но и сжигаемых им калорий в результате физической активности.

## **Положения, выносимые на защиту**

1. Алгоритм контроля отдельных показателей метаболизма, который включает в себя расчет базового уровня метаболизма человека (показатель BMR), расчет суточной нормы калорий с учётом образа жизни человека (показатель CDN), расчет скорректированной суточной нормы калорий

(показатель CCDN), расчет количества сжигаемых калорий (показатель NCB), расчет суточной нормы воды (показатель DWN).

2. Результаты исследования контроля показателей метаболизма.

### **Личный вклад соискателя**

Все основные результаты, изложенные в диссертационной работе, получены автором самостоятельно. Определение цели и задач исследований, интерпретация и обобщение научных результатов проводились совместно с научным руководителем кандидатом технических наук, доцентом кафедры ТОЭ М. В. Давыдовым.

### **Апробация результатов диссертации**

Материалы магистерской диссертации докладывались и обсуждались на следующих конференциях:

59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 17–21 апреля 2023 г;

60-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 22–26 апреля 2024 г.

Результаты, полученные в рамках диссертационной работы, внедрены и используются в ГУ «Республиканский научно-практический центр спорта».

### **Опубликованность результатов диссертации**

По результатам выполненных исследований опубликовано 6 статей, из которых 4 статьи в сборниках научных статей и материалах конференций, 2 статьи – в зарубежных сборниках.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав с краткими выводами по каждой главе, заключения, списка использованных источников и приложений. Она содержит 73 страницы, включая 54 страницы основного текста, 44 рисунка, 2 таблицы и приложения объемом 17 страниц, библиографического списка из 32 наименований.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** содержится информация о том, что приложение для подсчета калорий с учётом физической активности является не только практическим инструментом для поддержания здорового образа жизни, но и образовательной платформой благодаря которой пользователи могут получить больше информации о пищевой ценности различных продуктов, что поможет им развить полезные привычки.

**В общей характеристике работы** показана связь работы с приоритетными направлениями научных исследований, цель и задачи исследования, личный вклад соискателя ученой степени, апробация результатов диссертации.

**Первая глава** содержит сведения о том, что энергетический баланс является основополагающим понятием в питании человека. Энергетический баланс может быть положительным, отрицательным или нейтральным. Понимание и управление энергетическим балансом может быть затруднительным для людей, особенно для тех, кто имеет ожирение или предрасположенность к набору веса. Важно учитывать количество содержащихся калорий в еде и напитках, а также калории, потраченные на физическую активность и общие метаболические процессы организма. Использование дневника питания или приложения для подсчета калорий является популярным методом контроля потребления калорий. Методики определения количества употребляемых калорий позволяют подобрать подходящую программу питания, учитывая особенности метаболизма. Рассмотрены формулы: Всемирной организации здравоохранения, Харриса-Бенедикта, Маффина-Джеора, Кетча-МакАрдила, Тома Венуто. Отражена важность соблюдения питьевого режима, так как тренировочная и соревновательная деятельность вызывает большие потери жидкости. Указаны оптимальные источники жидкости, позволяющие восстановить водный баланс.

Также, в первой главе рассматриваются приложения для ведения дневника питания: FatSecret, ХиКи калькулятор калорий, EatFit, YAZIO, Мой здоровый рацион, Lifesum, Nutrilio, Fastic. Однако значительным недостатком большинства существующих приложений является отсутствие функции добавления физической активности.

**Во второй главе** говорится о том, что потребности в количестве потребляемых калорий основывается на различных факторах, таких как пол, возраст, состав тела (% жира, мышц), физиологическое состояние, уровень гормонов, частота тренировок, их интенсивность, ежедневный уровень активности, а также цель, которую человек поставил перед собой.

Исходя из этого представлен алгоритм контроля показателей метаболизма. Разработанный алгоритм включает в себя расчет базового уровня метаболизма человека с использованием формул Харриса-Бенедикта и Каннингема; расчет суточной нормы калорий с учётом образа жизни человека; расчет скорректированной суточной нормы калорий; расчет количества сжигаемых калорий с использованием метаболического эквивалента (МЕТ), значения которого взяты из медицинского журнала *Clinical Cardiology*, авторами которого являются M. Jette, K. Sidney, G. Blumchen: *Metabolic Equivalents in Exercise Testing, Exercise Prescription, and Evaluation of Functional Capacity*, где один МЕТ составляет примерно 3,5 миллилитра кислорода, потребляемого на килограмм массы тела в минуту; расчет суточной нормы воды.

**В третьей главе** предложены рекомендации по разработке приложения. Исследованы факторы внутренней и внешней мотивации: внутренняя мотивация возникает, когда человек движим внутренним желанием достигать цели, внешняя – возникает, когда человек мотивирован внешними факторами, такими как вознаграждение или признание. В то время как внутренняя мотивация важна для создания устойчивой привычки, внешняя мотивация может обеспечить начальный импульс и помочь пользователям начать тренировки и правильно питаться.

Рассмотрены стратегии геймификации и персонализации для повышения вовлеченности и мотивации пользователей. Эти стратегии помогут сделать приложение эффективным и помочь пользователям достигнуть спортивных целей.

Идея геймификации заключается в использовании игровых элементов в неигровой среде для повышения мотивации пользователя. В приложении для подсчета калорий должны быть следующие компоненты: персонализация (настройка аватара и личного кабинета), система наград (уровни и уникальные награды), и коммуникативная функция (элемент конкуренции – общение и отслеживание прогресса друзей). Таким образом, пользователь чувствует себя более мотивированным, благодаря включению игровых элементов, таких как выполнение заданий, получение наград и отслеживание своего прогресса.

Здесь же рассмотрены механизмы влияния дофамина на организм человека и способы их контроля. Дофамин – это важный нейромедиатор, который влияет на настроение, энергию, мотивацию, ощущение счастья. Дофамин выделяется в мозге, когда человек предвкушает удовольствие или ожидает вознаграждения. Он взаимодействует с другими нейромедиаторами, такими как серотонин и адреналин. Воздействие дофамина на организм зависит от его количества, которое циркулирует в мозге и теле постоянно. Это называется базовым уровнем содержания дофамина. У каждого человека

базовый уровень дофамина может быть разным, это может быть обусловлено генетически. Самочувствие и уровень мотивации зависят от соотношения текущего и предыдущего уровня дофамина. Поэтому необходимо стремиться к тому, чтобы оптимизировать соотношение базового уровня и фазовых выбросов. Дофамин высвобождается двумя способами: через мезокортиколимбический и нигростриарный путь. Нейронная цепь, в которой высвобождается дофамин для осуществления мыслительной деятельности – мезокортиколимбический путь, проходит к префронтальной коре головного мозга. Этот путь повреждается при зависимости от наркотиков, которые стимулируют повышение выбросов дофамина. Нейронная цепь, в которой высвобождается дофамин для осуществления двигательной активности – нигростриарный путь, начинается в чёрном веществе мозга. При болезни Паркинсона происходит истощение и гибель дофаминовых нейронов в обоих путях, что приводит к неуверенным движениям и затруднениям в речи, а также к снижению мотивации и настроения. Дофамин имеет тенденцию стимулировать симпатическую возбудимость. Она отвечает за повышение уровня внимания, боевую готовность, интерес к окружающему миру. Когда человек чувствует себя вялым, у него отсутствует мотивация, это состояние связано с низким уровнем содержания дофамина. Падение уровня дофамина также наблюдается при послеродовой депрессии или депрессии, которая наступает после достижения большой цели. Чтобы научить мозг выделять всплески дофамина необходимо декомпозировать цель на простые задачи. Когда задача выполнена, мозг получает положительную обратную связь о выполнении, что вызывает дополнительное выделение дофамина и даёт мотивацию для следующего шага. Необходимо помнить о том, что переизбыток дофамина может быть вреден, так как приводит психику в перевозбуждённое состояние и приводит к переутомлению. Чтобы избежать этого, следует разделять стимулы: например, тренироваться без энергетиков, во время прогулки не использовать смартфон, во время приема пищи концентрироваться на еде, а не просмотре новостей.

**В четвертой главе** рассмотрена структура приложения, основные разделы которого: Дневник питания, Отчёты, Замеры, Программы питания. На диаграммах последовательности изображены процесс регистрации нового пользователя и вход существующего пользователя. Содержится информация о том, как использовать базовый функционал приложения. Подробно изложена разработка дизайна пользовательского интерфейса от прототипа до дизайн-концепции. Выбор основных цветов сделан исходя из различных исследований в области психологии цвета, которые показывают значительное влияние определённого цвета на эмоциональное состояние, благополучие, производительность, творческие возможности человека. При выборе цвета

соблюдался принцип 60/30/10, согласно которому 60% – основной фоновый нейтральный цвет (в нашем случае – светло-зелёный), 30% – первичный цвет (белый), 10 % – вторичный цвет (градиент багамского синего и умеренно-бирюзового). В приложении для подсчета калорий форма кнопок и других элементов выполнена в виде прямоугольника с округлыми краями, так как согласно некоторым исследованиям, округленные края улучшают восприятие информации, привлекают взгляд к центру элемента. Также рассмотрены используемые технологии, которые были использованы для реализации приложения: язык программирования Dart в сочетании с фреймворком Flutter, инструментом для управления бизнес-логикой приложения GetX и серверным решением Supabase.

**В пятой главе** отражены результаты исследования контроля показателей метаболизма. Исследование проводилось среди студентов БГУИР, которым было предложено использовать приложение в течение месяца в соответствии с желанием достичь определённой цели: поддержание веса, набор веса и потеря веса. Возраст участников варьировался от 19 до 26 лет, 2 мужчины и 2 женщины. Участники отслеживали свой прогресс в разделе Отчёты.

По результатам исследования был проанализирован показатель CCDN. 3 из 4 испытуемых достигли поставленной цели. Также большинство пользователей отметили интуитивно понятный интерфейс. Это свидетельствует о том, что визуальная составляющая мобильных приложений играет критическую роль в создании первого впечатления, влияет на их удовлетворенность и вовлеченность, а также способствует улучшению пользовательского опыта и эффективности использования приложения.

Предложены варианты как улучшить приложение: разработка персонального помощника, раздела с дыхательными упражнениями, раздела с обучающими видеоматериалами, содержащими физические упражнения, информационного раздела, который поможет восстановиться спортсмену после травм, возможность синхронизации данных с другими приложениями, раздел, оценивающий качество сна (время, регулярность, фазу сна), пульс, кровяное давление.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приложение представляет собой простой и быстрый способ самоконтроля потребляемых калорий и учёта результативности тренировочного процесса, а также удобный способ предоставления и анализа информации для врача.

Точность данных, которые предоставляет приложение, обеспечивается использованием проверенных научных подходов и формул, таких как формулы Харриса-Бенедикта и Каннингема. Для расчета количества сжигаемых калорий в результате физической активности использован метаболический эквивалент (MET), значения которого взяты из медицинского журнала *Clinical Cardiology*, авторами которого являются M. Jette, K. Sidney, G. Blumchen: *Metabolic Equivalents in Exercise Testing, Exercise Prescription, and Evaluation of Functional Capacity*.

Рассмотрены стратегии геймификации, которые стимулируют пользователей оставаться мотивированными и позволяют превратить процесс достижения цели в увлекательную игру (прохождение уровней и получение наград), а также механизмы влияния дофамина на организм человека и способы их контроля.

Разработана структура приложения, основные разделы которого: Дневник питания, Отчёты, Замеры, Программы питания.

Дизайн приложения разработан интуитивно понятным и эргономичным, благодаря которому пользователь легко находит все необходимые функции и настраивает их под свои потребности.

Было проведено исследование среди студентов БГУИР для оценки эффективности использования приложения. Результаты показали, что приложение является удобным инструментом для отслеживания их прогресса в достижении их спортивных целей.

Разработанное приложение для подсчета калорий с учётом образа жизни и физической активности человека применяется для анализа и улучшения спортивных показателей спортсменов в ГУ «Республиканский научно-практический центр спорта». Акт внедрения содержится в приложении Д.

Экспертиза диссертации на корректность использования заимствованных материалов с применением сетевого ресурса «Антиплагиат» показала корректность использования заимствованных материалов. Процент оригинальности составил 91,72%, цитирования обозначены ссылками на публикации и указаны в разделе пояснительной записки «Список использованных источников». Отчет о проверке содержится в приложении Е.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

1–А. Пикуза, А. В. Приложение для подсчёта калорий с учётом физической активности спортсмена / А. В. Пикуза // Электронные системы и технологии: сборник материалов 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 17–21 апреля 2023 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2023. – С. 463–465.

2–А. Пикуза, А. В. Как приложение для подсчета калорий поможет спортсмену достичь цели / А. В. Пикуза, М. В. Давыдов, А. О. Матошко // Электронные средства и системы управления: материалы докладов XIX Международной научно-практической конференции (15–17 ноября 2023 г.): в 2 ч. – Ч. 2. / Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. – Томск, 2023. – С. 316–318.

3–А. Пикуза, А. В. Разработка приложения для подсчета калорий для спортсменов с учётом мотивационных факторов / А. В. Пикуза, М. В. Давыдов, А. О. Матошко // Электронные средства и системы управления: материалы докладов XIX Международной научно-практической конференции (15–17 ноября 2023 г.): в 2 ч. – Ч. 2. / Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. – Томск, 2023. – С. 319–322.

4–А. Пикуза, А. В. Расширенный функционал стандартных приложений для подсчёта калорий с учётом физической активности спортсмена / А. В. Пикуза // Электронные системы и технологии: сборник материалов 60-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 22–26 апреля 2024 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2024 (в печати).

5–А. Матошко, А. О. Методы оценки энергозатрат спортсмена / А. О. Матошко, А. В. Пикуза // Электронные системы и технологии: сборник материалов 60-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 22–26 апреля 2024 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2024 (в печати).

6–А. Матошко, А. О. Энергообмен при занятиях спортом / А. О. Матошко, А. В. Пикуза // Электронные системы и технологии: сборник материалов 60-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 22–26 апреля 2024 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2024 (в печати).