

ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДОВОЛЬСТВИЯ

С.А. Романчиков

Отсутствие технических стандартов, регламентирующих производство продовольствия, позволяет недобросовестным производителям использовать дешевые заменители и пищевые добавки (консерванты, антиокислители, стабилизаторы, влагоудерживающие агенты и др.) для производства продуктов питания. Это снижает себестоимость продукта питания и способствует производству фальсификата. Для реализации целей технического регулирования производства продовольствия, обеспечения безопасности пищевых продуктов необходима разработка и совершенствование мобильных устройств, позволяющих экспериментальным методом определить качество продуктов питания. Внедрение «карманных приборов» позволит в короткие промежутки времени определить качественное состояние продукта питания – его свежесть, а также выявить фальсификат. Своевременное выявление некачественного продовольствия способствует снижению вреда для здоровья населения от потребления несвежих и фальсифицированных продуктовых товаров. В статье предлагается конструкция прибора, работа которого основана на принципах фотометрии. Прибор позволяет оперативно выявлять качество продовольствия посредством измерения поверхностной плотности силы света отраженного исследуемым образцом в заданном направлении. Свет от исследуемой поверхности падает на фоторезистор и в замкнутой цепи преобразуется в пропорциональный по силе отраженного света электрический ток. Сравнительный анализ результатов измерения энергии отраженной световой волны, преобразованный в величину силы тока с эталонными значениями показателей качества продуктов питания осуществляется автоматически. Результаты экспертизы в буквенно-цифровом формате отображаются на мониторе. В основу работы прибора положен принцип измерения величины светового потока от светящейся поверхности исследуемого образца при его освещении. Конструкция корпуса обеспечивает мобильность и компактность прибора, позволяет определять качество продукта и выявить фальсификат, без нарушения целостности продукта питания.

Ключевые слова: фальсификат, прибор, яркость, свет, измерение, результат.

Развитие пищевой промышленности, внедрение современных технологий, способов и методов производства продовольствия позволяют организовать безотходное производство продуктов питания. Стремление заработать максимальное количество прибыли, при минимизации финансовых затрат, а также «пробелы» в нормативной базе, позволяют недобросовестным производителям прибегать к производству фальсификатов. Для повышения контроля качества за производством продовольствия Правительство Российской Федерации (РФ) приняло стратегию повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года. Стратегия ориентирована на обеспечение полноценного питания, профилактику заболеваний, увеличение продолжительности и повышения качества жизни, а также для исключения на рынке фальсифицированных продуктов питания [1].

Развитие системы продовольственной

безопасности и качества продуктов питания в настоящее время, является одной из важнейшей задач аграрной и экономической политики. Необходимо отметить, что продовольственная безопасность является частью национальной безопасности РФ.

Проблема выявления фальсификата и повышения качества продовольствия актуальна для Вооруженных сил РФ (ВС), других войск, воинских формирований и органов как в условиях повседневной деятельности, так и при выполнении задач в условиях военного времени. Существующие методы оценки качества продовольствия нуждаются в совершенствовании не только с точки зрения сокращения затрат времени и ресурсов, но и повышения точности и объективности оценки.

В настоящее время существует необходимость разработки и внедрения новых технических средств для определения качества продовольствия, поставляемого в ВС РФ. Эти технические средства должны обеспечить

оперативность контроля и возможность выявлять качество продовольствия без проведения лабораторных исследований, а также обеспечивать распознавание фальсификата. Перспективным способом контроля качества продовольствия является использования принципа фотометрии, для измерения яркости поверхности пищевых продуктов на основе применения процедур аксонометрического анализа отраженной световой волны исследуемого образца с характеристиками эталона.

Объекты и методы.

В целях экспертизы качества продовольствия предлагается Фотометр контроля качества продовольствия, действия которого основано на измерении яркости света, отра-

женного от поверхности исследуемого продукта питания или сырья для его производства. Прибор позволяет оперативно установить качество продовольствия посредством измерения поверхностной плотности силы света (яркости (B_ϕ)), отраженного поверхностью исследуемого образца в заданном направлении [2]

$$B_\phi = \frac{dI}{dS \cos \varphi} = \frac{d^2 \Phi}{dS d\Omega \cos \varphi} \text{ кд/м}^2$$

где dI – сила света элемента dS светящейся поверхности в направлении, составляющем угол φ с нормалью к элементу dS (рис. 1); $d^2\Phi$ – световой поток, излучаемый элементом dS в телесный угол $d\Omega$ в том же направлении; Φ – величина площади S .

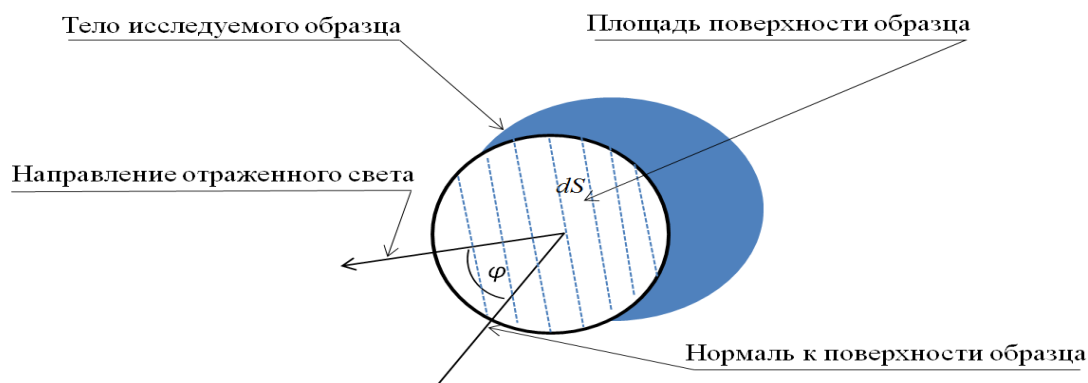


Рисунок 1 – Принципиальная схема применения принципов фотометрии в исследовании качества продуктов питания

Функциональное предназначение и преимущество этого устройства заключается в повышении оперативности и объективности выявления степени свежести пищевых продуктов по сравнению с органолептическими методами.

Экспертиза качества установления свежести и выявления фальсификата пищевых продуктов выполняется с использованием

принципов фотометрии. Для этого в конструкции фотометра предусмотрен выносной осветительно-приемный блок, в котором зафиксирован светодиод зеленого света и фоторезистор, улавливающий яркость отраженного исследуемым образцом света и преобразующий его пропорционально величине силы света в электрический ток (рис. 2).

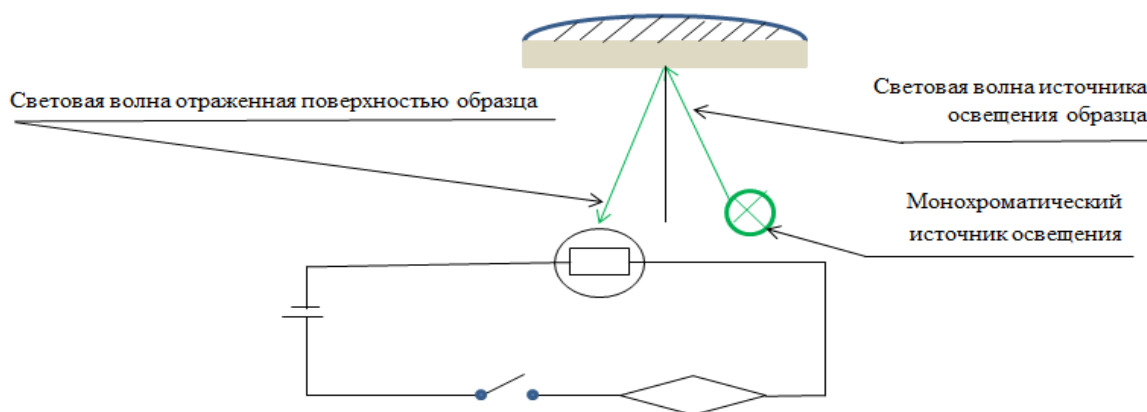
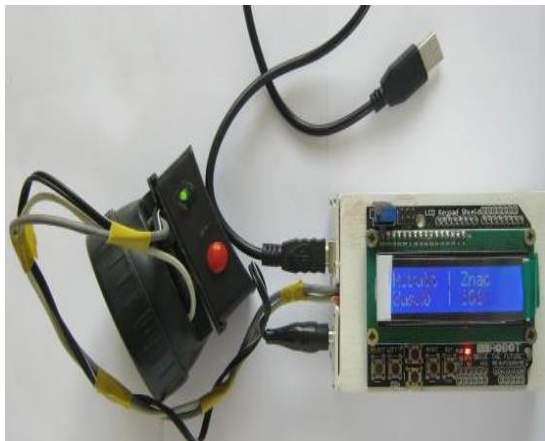


Рисунок 2 – Принципиальная схема

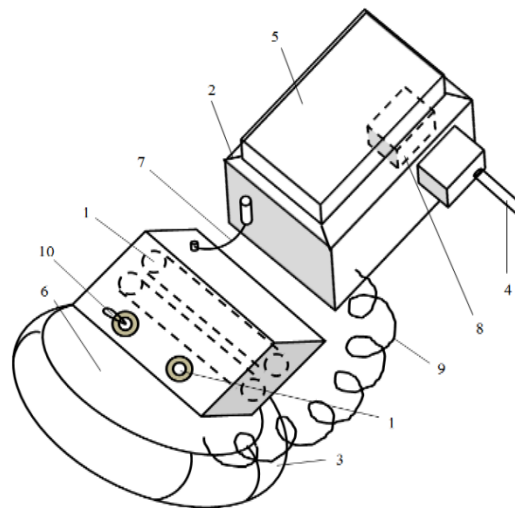
Сравнительный анализ результатов измерения энергии отраженной световой волны, которая преобразуется в величину силы тока с эталонными значениями показателей качества продуктов питания осуществляется автоматически с использованием программы

[3] в имеющемся в устройстве микроконтроллере. Микроконтроллер связан со светодиодом, фоторезистором и монитором, который в буквенно-цифровом формате отображает результат экспертизы (рис. 3).

а



б



а – внешний вид; б – конструкция: 1 – блок питания; 2 – микроконтроллер; 3 – осветительно-приёмный блок; 4 – USB кабель; 5 – монитор; 6 – корпус; 7 – кабель; 8 – гнездо; 9 – провод; 10 – индикатор питания; 11 – кнопка

Рисунок 3 – Фотометр контроля качества продовольствия

Фотометр работает следующим образом. Для измерения яркости отраженного света осветительно-приёмный блок (3) прикладывается к поверхности исследуемого объекта (пищевому продукту). Отраженный от исследуемой поверхности свет падает на фоторезистор и в замкнутой цепи преобразуется в пропорциональный по силе отраженного света электрический ток. Сравнения полученного результата с эталонными данными по силе отраженного света осуществляется микроконтроллером (2). Расхождения между эталонными данными и фактической силой отраженного света от исследуемого образца, преобразованной в величину силы тока дает информацию о степени свежести продукта питания или о замене его фальсификатом. В предлагаемом устройстве информация о качестве продуктов питания выводится в буквенно-цифровом формате на монитор (5).

Конструкция корпуса (6) позволяет прикладывать его к любой поверхности без отделения (отрезания) части продукта питания. Блок-схема фотометра и принцип его работы представлены на рисунке 4.

В основу работы прибора положен принцип измерения величины светового потока от светящейся поверхности исследуемого образца при его освещении. Для установления светимости (R) испускаемой поверхностью пищевого продукта используется зависимость

$$R = 2\pi \int_0^{\pi/2} B_\varphi \cos \varphi \sin \varphi d\varphi, \text{ лк}$$

где φ – угол между излучаемой и рассматриваемой поверхностями [2].

Для уменьшения массогабаритных характеристик прибора его мобильности и оперативности измерений, в отличие от «Фотоэлектронного измерителя для экспертизы свежести пищевых продуктов по цвету» [4, 5], в устройстве используются принципы измерения энергии, переносимой световыми волнами. Это позволяет измерить яркость отраженного света от исследуемой поверхности и получить достоверные и объективные данные измерений в текстово-цифровом формате на цифровом дисплее.

ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДОВОЛЬСТВИЯ

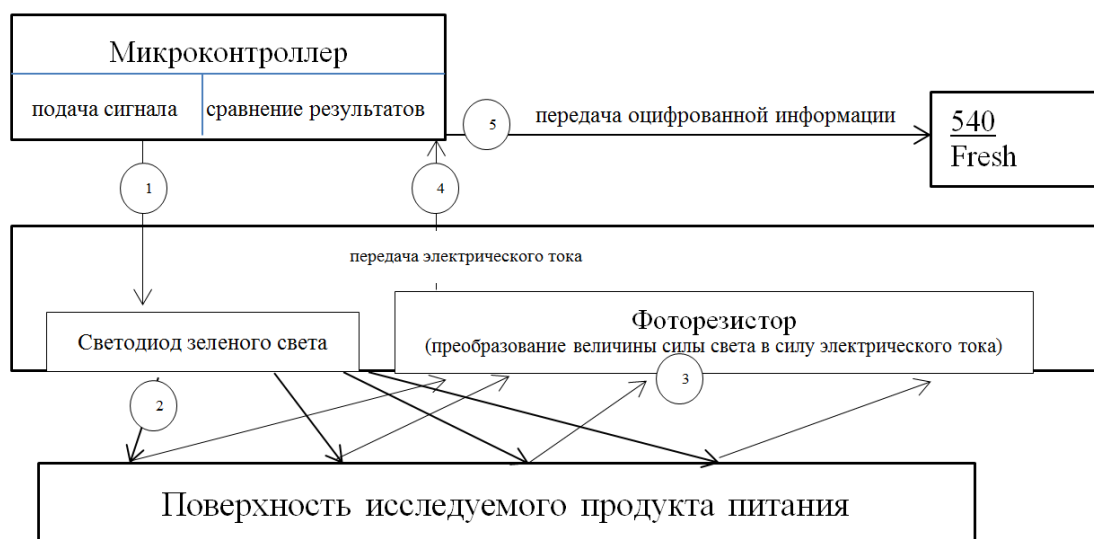


Рисунок 4 – Блок-схема и принцип работы фотометра контроля качества продовольствия

В устройстве прибора для освещения исследуемого образца используется не спектральный, а монохроматический излучатель зеленого света. Выбор зеленого света основывается на анализе спектра чувствительности человеческого глаза.

Характеристикой восприятия света приемником в зависимости от длины волны света является спектральная чувствительность приемника (V_λ) – величина, обратно пропор-

циональная мощностям монохроматических излучений с разными длинами волн, оказывающим одинаковое действие на приемник света. Величина $K_\lambda = V_\lambda / (V_\lambda)_{\text{макс}}$ называется относительной спектральной чувствительностью глаза (относительной видимостью). Для нормального глаза $K_\lambda = 1$ при $\lambda = 555 \times 10^{-5}$ см. Зависимость K_λ от λ (кривая видимости) приведена на рисунке 5 [2].

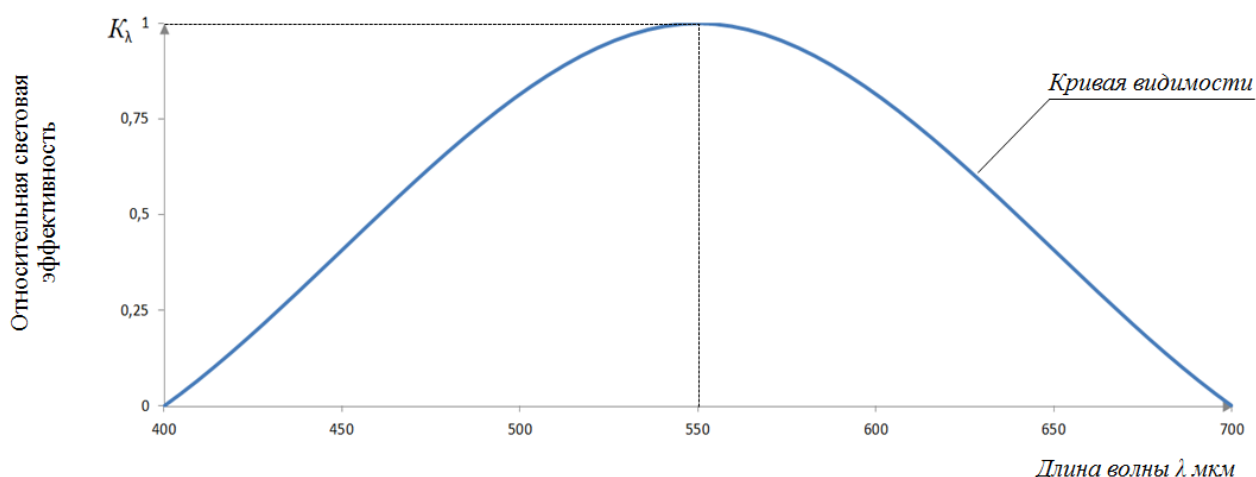


Рисунок 5 – Относительная спектральная чувствительность

Разработка предлагаемого технического решения и его последующее серийное производство позволяют иметь на оснащении органов продовольственной службы мобильное, малогабаритное, автоматизированное устройство, для экспертизы качества (свежести) и выявления фальсификата продовольствия без деформации и деления его на части в течение короткого промежутка времени

(2-3 мин). При этом достигается достаточно высокая степень точности информации о качестве продовольствия без лабораторных исследований. Следует отметить простоту технологии применения предлагаемого прибора и отсутствие необходимого дополнительного обучения личного состава для использования. Автоматическое определение повышает качество экспертизы продоволь-

ствия и не требует привлечения экспертной группы.

Прибор может использоваться для определения качества следующих пищевых продуктов: муки пшеничной, сахара, молока, масла сливочного, мяса, рыбы и др. При определении качества муки определяют ее белизну и цвет. Прибор позволяет выявить фальсификат пищевых продуктов, в которые подмешиваются дешёвые компоненты: в хлеб пшеничный или макаронные изделия из муки высших сортов добавляют муку обойную или второго сорта и т.д.

Преимуществом прибора также является его автономность и способность эффективно и непрерывно работать в течение 20 часов. Энергопотребление при этом составляет до 1 Вт. Надежность работы достигается отсутствием механических узлов и минимальным количеством деталей, состоящих из стандартных электронных модулей. Масса устройства с блоком питания составляет 200г, а габаритные размеры – 100×80×50 мм.

Применение принципа измерения величины светового потока от светящейся поверхности исследуемого образца при его освещении позволило предложить Фотометр контроля качества продовольствия, позволяющего при минимальных затратах на его производство и энергопотребление, определять качественное состояние продукта питания, Фотометр может использоваться как в лабораторной практике, так и в практической работе на объектах продовольственной службы (склад, столовая, пункт питания), а также выявлять фальсифицированное продовольствие. Дальнейшим направлением в развитии технических средств контроля качества продовольствия и совершенствования предложенного прибора является расширение функций в направлении измерения плот-

ности летучих веществ в продуктах питания и сырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года. Распоряжение Правительства РФ от 29.06.2016 N 1364-р.
2. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов /Б. М. Яровский, А. А. Детлаф / ГИФМЛ, М. 1963 С. 590 – 591.
3. Решение о выдаче патента на полезную модель МПК: А47J27/00, А45F3/16 Электронный фотометр [Текст]/ Романчиков С.А. (RU), заявитель и патентообладатель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева» (RU). -№ 2017101770 заявл. 11.01.2017.
4. Романчиков С.А. Устройство для определения качества продуктов питания [Текст] /С.А. Романчиков// Сборник статей Международной научно-практической конференции «Новые задачи технических наук и пути их решения» (Самара, 13.05.2017 г.), ООО «Аэтерна» 2017. С. 200-202.
5. Романчиков С.А. Мобильное устройство для контроля качества продовольствия [Текст] /С.А. Романчиков// Сборник статей Международной научно-практической конференции «Новые задачи технических наук и пути их решения» (Самара, 13.05.2017 г.), ООО «Аэтерна», 2017. С. 202-204.

Романчиков Сергей Александрович, кандидат технических наук, докторант, Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева. 199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова д.8. ro-manchikovspb1983@mail.ru, тел 8-911-209-49-67