

УДК 004.032.26

## ПРОГРАММА ДЛЯ ПОДСЧЕТА МИКРООРГАНИЗМОВ



**Коркин Л.Р.**

Ассистент кафедры Инженерной психологии и эргономики БГУИР, магистр техники и технологии, аспирант.  
[l.korkin@bsuir.by](mailto:l.korkin@bsuir.by)



**Саевич К.Ф.**

Профессор кафедры физикохимии материалов и производственных технологий БГЭУ, доктор биологических наук, профессор  
[konstantin.saevich@mail.ru](mailto:konstantin.saevich@mail.ru)

### **Л.Р. Коркин**

Окончил БГУИР, специальность «Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий». Квалификация инженер-системотехник. В 2020 году окончил магистратуру по специальности «Управление безопасностью производственных процессов» с присвоением академической степени магистра техники и технологии.

### **К.Ф. Саевич**

В 1984 защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук, в 1992 - доктора биологических наук, с 1998 - профессор. Области научных интересов: Экология, Рациональное природопользование, Безопасность жизнедеятельности.

**Аннотация.** Для количественного состава микробиоты исследуемого продукта питания используют метод подсчета колоний микроорганизмов, выделенных из продуктов питания. Процесс усложняется тем, что в некоторых случаях метод подсчета не дает стопроцентный результат даже при применении счетчика колоний микроорганизмов. Принцип работы этого счетчика заключается в том, что оператор с помощью электропера наносит точки на дно чашки Петри в места нахождения колоний. Прибор регистрирует факт касания, а результат выводится на цифровое табло. Счетчик регистрирует только факт касания электропера, что не может застраховать конечный результат от ошибок оператора. В других случаях подсчет производится математически, т.е. проводится подсчет в определенной области, как правило, в одной четвертой чашки Петри, а после умножается на четыре. Есть и другие методы определения числа колоний микроорганизмов, но какой бы из существующих методов определения мы бы не выбрали, каждый из них имеет свои недостатки.

**Ключевые слова.** Машинное обучение, искусственный интеллект, микробиология, колонии микроорганизмов.

### **Введение.**

Чтобы превратить распознавание объектов на изображении из идеи в реальность нам необходимо использовать такой вид машинного обучения как обучение нейронной сети (ее еще называют первыми ступенями развития искусственного интеллекта будущего), которое всегда начинается с подготовки материалов, а в нашем случае это размеченные и подготовленные должным образом изображения колоний (снимки колоний микроорганизмов (СКМ)), которые нужно будет распознавать для последующего подсчета микроорганизмов (количественного состава микробиоты исследуемого продукта питания). Для этого мы создаем систему распознавания СКМ (СРСКМ), которая будет способна выявлять наличие колоний микроорганизмов (КМ) на снимках, а также проводить подсчет выросших на чашке Петри. Это позволит выявлять некачественные продукты питания, а также поможет повысить продовольственную безопасность и качество жизни людей.

### **Актуальность.**

Так как в настоящее время при контроле качества продуктов питания или лекарственных средства пользуются таксономией бактерий, описанной в серии из пяти томов, вышедших под

общим наименованием «Руководство Берджи по систематической бактериологии». Данный метод является трудоемким и требует больших временных и трудовых затрат. С целью решения задачи повышения точности измерений разрабатывается система распознавания и подсчета колоний микроорганизмов.

#### Основная часть.

Целью исследования является разработать автоматизированный метод подсчета колоний микроорганизмов, выделенных из продуктов питания, а также разработать автоматизированную систему для проведения количественного микробиологического анализа», которое поможет пользователю подсчитать колонии микроорганизмов, которые были выращены на чашке Петри. Программное обеспечение для проведения количественного микробиологического анализа будет разрабатываться на языке программирования Python.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Изучить существующие аналоги систем для проведения количественного микробиологического анализа;
- Конвертацию цветного изображения в бинарное (изображение из RGB (на языке python это BGR) в черно-белое (или двухцветное) изображение (рис 1 а, б, в, г.)) и обучение нейронной сети для подсчета микроорганизмов на чаши Петри
- Подсчет количества колоний микроорганизмов и сохранение результатов подсчета в Excel.

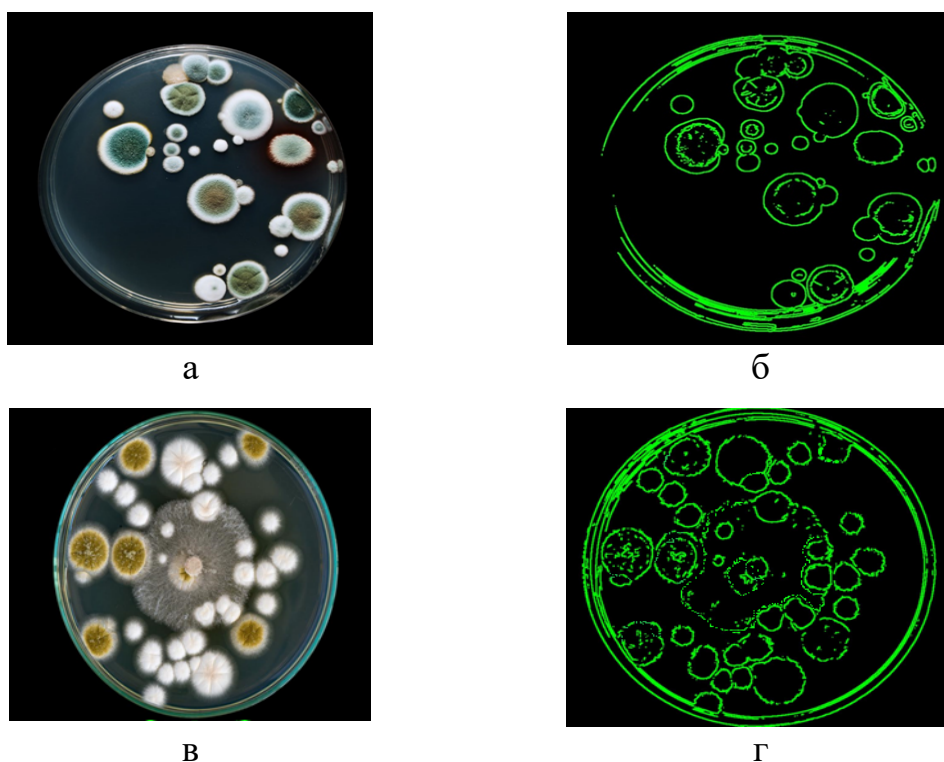


Рисунок 1. Начальное (а, в) и сконвертированное (б, г) изображения из BGR в двухцветное изображение

После того как изображение загрузится в систему, необходимо разбить изображение на набор пикселей. В последующем необходимо произвести форматирование цветного изображения в серое с помощью «grayscale». Для прорисовки контуров использовать «edges». Затем функции «findContours» найдет координаты контуров, а функция «drawContours» создаст найденные контуры на изображении. Далее для разметки данных в файл записываются все

координаты, которые были получены, после преобразования изображения. Во время обучения в файл записываются все координаты от 0 и до 1. Разметка данных представлена на рисунке 2.



Рисунок 2. Разметка данных

После чего необходимо открыть файл с массивом data и в data append вычислить координаты, которые далее будут использоваться для обучения нейросети с учителем.

Далее в «build\_labels» вносятся полученные контуры, и делается обработка через нейросеть, чтобы в последствии понять включаемся в метку или нет. Если результат ровняется единице, то – это колония, если ноль – значение распознается как блик. После происходит сравнение и если вероятность больше нуля, то метка добавится в результат. При открытии системы, пользователь видит перед собой главную страницу Web-приложения с полем для добавления изображения.

После загрузки изображения приложение его конвертирует в бинарное для облегчения расчетов микроорганизмов. Также на странице под изображениями появляются кнопки «Рассчитать» и «Очистить». На изображениях добавляются иконки сохранения бинарного изображения и открытия изображений в полноэкранный режим. Загрузка изображения в систему представлено на рисунке 3.

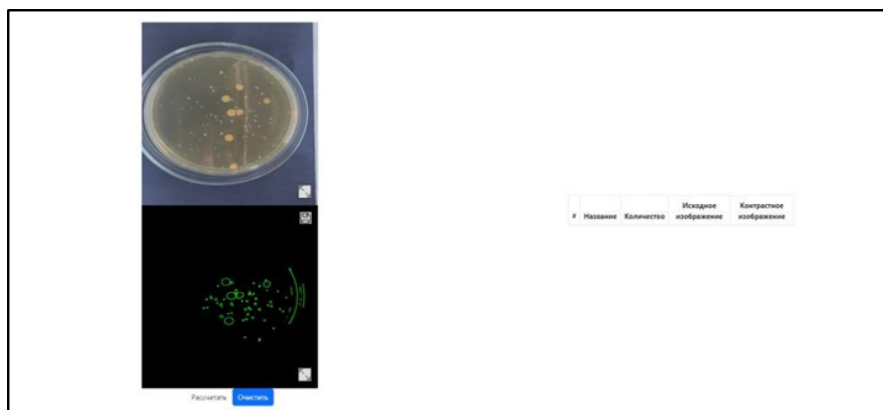


Рисунок 3. Загрузка изображения в систему

После нажатия на кнопку «Рассчитать» в таблице отображается информация о подсчете микроорганизмов. Также в таблице отображается не только подсчет, но и информация о номере изображения и названии. Подсчет колоний микроорганизмов и отображение информации о изображении представлена рисунке 4.

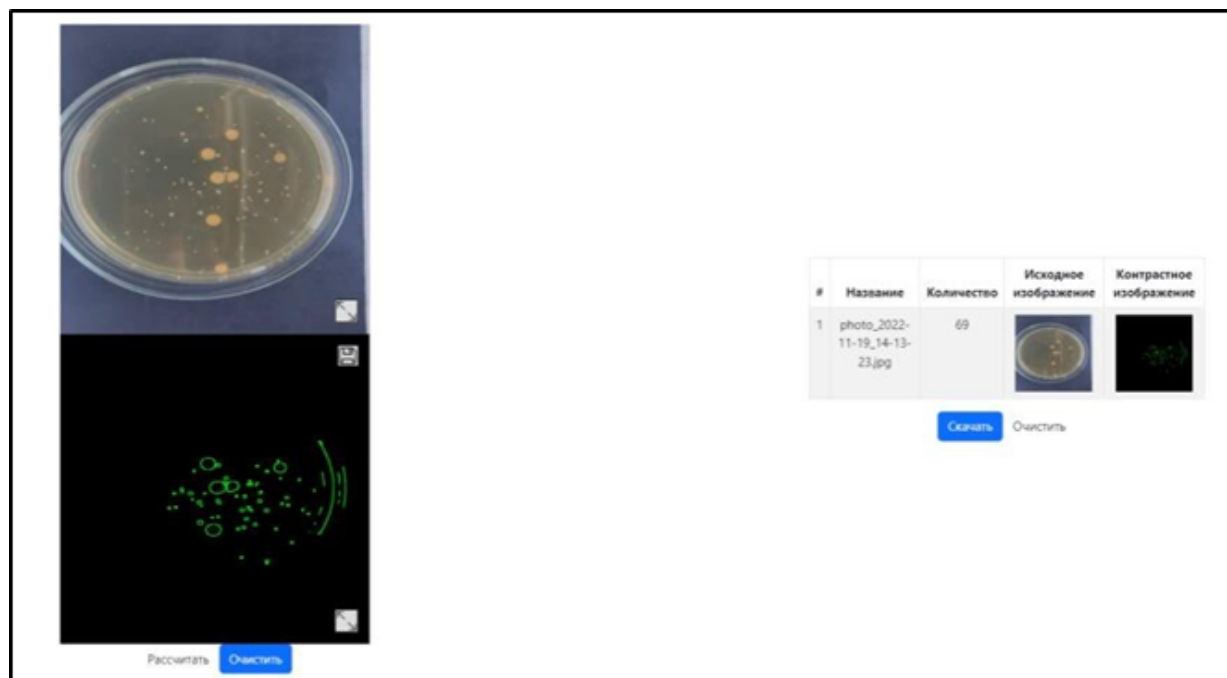


Рисунок 4. Подсчет колоний микроорганизмов и отображение информации о изображении

Сохранение информации из таблицы происходит при нажатии на «Скачать». Пользователь видит скаченный файл в загрузках браузера. При его открытии перед пользователем открывается Excel-файл с информацией о изображении и результат проведенных анализов. Созданная программное обеспечения является Web-приложением, что позволяет быстро перейти к его использованию. А также система требует минимальное количество действий от пользователя. Таким образом разработка и внедрение системы позволяет в значительной мере ускорить подсчет микроорганизмов выращенных на чаше Петри, снизить затраты рабочего времени, а также автоматический подсчет микроорганизмов выросших на чашках Петри, изображенных на снимках, с помощью системы позволит намного точнее и проще проводить исследования количественного микробиологического анализа.

#### **Заключение.**

В результате выполнения данной работы становится возможным использование современных технологий для проведения анализа количественного состава микробиоты продуктов питания, что повышает эффективность оценки продовольственной безопасности для населения в целом.

#### **Список литературы**

- [1] Хоулт Дж., Криг Н. Определитель бактерий Берджи. В 2-х т, 1997 год – 800 с.
- [2] Язык программирования Python: применение, особенности и перспективы [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://timeweb.com/ru/community/articles/chto-takoe-python>. – Дата доступа: 08.11.2022
- [3] Нейронные сети на Python: как всё устроено [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://gb.ru/blog/nejronnye-seti-python/>. – Дата доступа: 08.11.2022
- [4] Поиск объекта на изображении с помощью полносвёрточных нейронных сетей [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.azoft.ru/blog/poisk-obekta-na-izobrazhenii-s-pomoshchyu-polnosvyortochnyh-nejronnyh-setej/>. – Дата доступа: 08.11.2022

[5] Коркин Л.Р., Коркина М.В., Саевич К.Ф., Ящин К.Д., Подготовка материалов для машинного обучения с помощью виртуальной студии. Седьмая Международная научно-практическая конференция «BIG DATA and Advanced Analytics. BIG DATA и анализ высокого уровня», Минск. – 2021-418с.

## **MICROORGANISMS COUNTING SYSTEM**

***L. Korkin***

*Assistant of the Department of Engineering Psychology  
and Ergonomics of BSUIR, Master of Engineering and  
Technology*

***K. Saevich***

*Doctor of Biological Sciences, Professor*

*Department of Engineering Psychology and Ergonomics*

*Faculty of Computer Engineering*

*Belarusian State University of Informatics and Radio Electronics, Republic of Belarus.*

*E-mail: l.korkin@bsuir.by; konstantin.saevich@mail.ru*

**Annotation.** The method of counting the colonies of microorganisms isolated from food products is used for the quantitative composition of the microbiota of the researched food product. The process is complicated by the fact that in some cases the counting method does not give a 100% result even when it is using a microorganism colony counter. The principle of operation of this counter is that the operator, using an electric pen, puts dots on the bottom of the Petri plate to the location of the colonies. The device registers the fact of touching, and the result is displayed on a digital display. The counter registers only the fact of touching the electric pen, which can't insure the final result from errors of operator. In other cases, the calculation is done mathematically, i.e. counting is carried out in a certain area, usually in one fourth of the Petri plate, and then multiplied by four. There are other methods for determining the number of colonies of microorganisms, but whichever of the existing methods of determination we would choose, each of them has its drawbacks.

**Keywords.** Machine learning, artificial intelligence, microbiology, colonies of microorganisms.