

**МОДУЛЬ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ  
МИКРОФОТОГРАФИЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО  
АНАЛИЗА ПРОБ ВОДЫ БАЙКАЛА**

**AUTOMATIC MICROPHOTOGRAPHY MODULE FOR  
AUTOMATIC ANALYSIS OF BAIKAL WATER SAMPLES**

*Киреев Эрик Алексеевич, Ознобихин Михаил Сергеевич  
Казимиров Алексей Сергеевич*

**Ключевые слова:** Автоматическая съемка; фитопланктон; микрофотография; автоматизированный микроскоп;

Цель данной работы – разработать программное обеспечение для автоматической съемки микрофотографий проб воды Байкала оптическим микроскопом, автоматизированным с помощью приводов и камеры, для дальнейшей детекции, классификации и подсчета различных видов фитопланктона.

Используемое оборудование:

- Оптический микроскоп с увеличением  $\times 40$ .
- Система управления от 3d-принтера, состоящая из управляющей платы и 3 приводов, подключенных к винтам микроскопа. Каждый винт отвечает за движение столика микроскопа по одной из осей.
- Специализированная камера ToprCam, установленная на оптический микроскоп.

Этапы работы:

1. Разработка модуля управления приводами.
2. Разработка модуля управления камерой.
3. Разработка, тестирование и оптимизация алгоритма автоматической съемки проб воды.

Модуль управления приводами реализован в виде класса. Класс содержит методы, позволяющие удобно и гибко управлять движением столика микроскопа по каждой из 3 осей. Класс подключается к usb-порту, к которому подключена плата от 3d-принтера. Для управления платой используется язык программирования устройств с числовым программным управлением (ЧПУ), условное именуемым G-code.

Модуль управления камерой реализован в виде класса. Класс содержит методы для сохранения изображений и настройки качества работы камеры. Используемая камера имеет 3 режима качества работы. От режима зависит разрешение получаемых изображений, а также цветовосприимчивость и скорость обновления изображения. Для

управления камерой используется dll-библиотека, предоставляемая производителем камеры.

Объектом съемки является проба, которая представляет из себя каплю воды, помещенную на предметное стекло. Капля накрывается покровным стеклом, из-за чего принимает его форму. Размеры исследуемой области 20мм на 20мм, а максимальная расчетная толщина водного слоя 0,25мм.

Камера покрывает зону размером 0,4мм на 0,3мм, а, в связи с низкой глубиной резкости оптики, при вертикальном движении столика одни объекты полностью пропадают из вида из-за расфокусировки, а другие ранее невидимые — проявляются. Поэтому для полного покрытия всей пробы алгоритм должен совершать движение по каждой оси.

Алгоритм автоматической съемки использует разработанные модули управления приводами и камерой, рассчитывает траекторию движения, производит съемку с учетом скорости обновления изображения и сохраняет снимки в удобном для обработки виде.

Траектория движения задается 3 параметрами для каждой оси: начальное значение, размер шага, количество шагов.

Движение задается вложенными циклами по осям. Порядок вложенности — длина, ширина, высота. Построение траектории происходит по следующим правилам:

- После каждого смещения по длине, движение по ширине меняет направление.
- После каждого смещения по ширине, движение по высоте меняет направление.

Чтобы учесть скорость обновления изображений введен параметр ожидания одного снимка для каждой оси. Параметр помогает избежать смазов и сильно влияет на время работы алгоритма.

При сохранении в названии изображений кодируется положение микроскопа либо в виде координат, либо в виде номера шага.

В рамках тестирования алгоритма было отснято 9 наборов снимков совокупным объемом в 18625 изображений. По мере съемок производился подбор оптимальных параметров.

Разработанное программное обеспечение позволяет получать снимки проб воды Байкала в удобном для дальнейшей обработки виде, а также может использоваться в отрыве от основной цели — для автоматической съемки других объектов.