

Enterprise // 13th International Conference Interdisciplinarity in Engineering (INTER-ENG 2019).

2. Automation, robotics, and the factory of the future. – URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/automation-robotics-and-the-factory-of-the-future>.

3. Quigley M., Conley K., Gerkey B., Faust J., Foote T., Leibs J., et al. Ros: an Open-Source Robot Operating System // ICRA Workshop on Open Source Software – 2009. – V. 3. – P. 5.

4. XVIZ – A Protocol for Real-Time Transfer and Visualization of Autonomy Data. – URL: <https://avs.auto/#/xviz/overview/introduction>.

**УДК 004.8**

## **Компьютерное зрение для анализа изображений спор папоротников семейства Pteridaceae**

*К.С. Печененко, З.В. Покалякин*  
*АлтГУ, г. Барнаул*

В статье рассматриваются задачи автоматизации распознавания и классификации спор папоротников семейства Pteridaceae с помощью компьютерного зрения. Для эффективного решения поставленных задач сформирована база данных, содержащая качественные снимки спор. Модель, обученная на снимках спор, будет являться эффективным инструментом для решения задач биосистематики и биоинформатики.

**Ключевые слова:** *искусственный интеллект, компьютерное зрение, машинное обучение, биологическая систематика.*

Проводимое авторами исследование посвящено решению задач автоматизации распознавания и классификации спор папоротников семейства Pteridaceae по их изображениям, получаемым путем использования микроскопов, с помощью технологий компьютерного зрения.

Изучение биологического разнообразия на современном этапе развития человечества – фундаментальная задача естествознания. Технологии искусственного интеллекта в сочетании с многолетними исследованиями ботаников-систематиков могут являться эффективным инструментом для решения задач биосистематики и биоинформатики.

Папоротники – процветающая группа сосудистых споровых растений. В современной мировой флоре отдел Папоротниковидные

включает более 12 тыс. таксонов и по числу видов уступает только цветковым растениям.

Компьютерное зрение – это направление искусственного интеллекта, ориентированное на получение информации из изображений. Технологии компьютерного зрения позволяют производить обнаружение, отслеживание и классификацию объектов на фотографиях и видео. Системы распознавания образов, основанные на технологиях компьютерного зрения, разрабатываются для решения прикладных и фундаментальных задач из различных областей человеческой деятельности, в том числе и биологии [1].

Компьютерное зрение считается традиционно сложной областью машинного обучения. К настоящему времени высокую результативность в решении задач компьютерного зрения продемонстрировало глубокое обучение [2]. Методология глубокого обучения применяет нелинейные преобразования и модельные абстракции высокого уровня на больших базах данных. Анализ научных публикаций, посвященных глубокому обучению, демонстрирует универсальность и актуальность этой технологии, связанную со снижением ошибок в задачах анализа и обработки изображений по сравнению с другими методами и подходами.

Для построения системы распознавания и классификации спор папоротников семейства Pteridaceae сформирована база данных, содержащая качественные снимки спор папоротников, отражающие основные признаки для классификации – формы и скульптуры поверхности спор [3]. Пример изображений из базы данных представлен на рисунке 1.

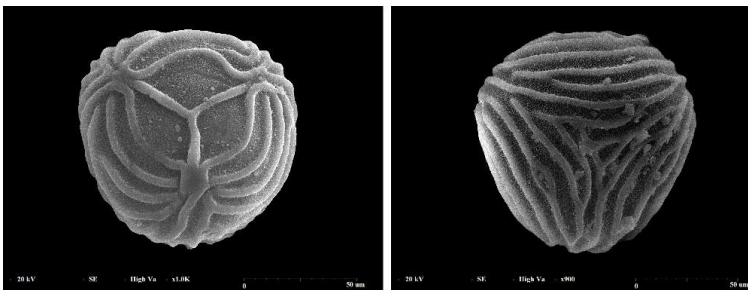


Рисунок 1 – Споры *Ceratopteris thalictroides*: а – проксимальная сторона; б – дистальная сторона

В дальнейшем планируется разработать систему для распознавания и классификации спор папоротников семейства Pteridaceae на основе моделей глубокого обучения и моделей, основанных на правилах.

Работа выполнена в рамках Программы поддержки научно-педагогических работников ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет» (договор №11/21-ВГ от 23.04.2021).

### **Библиографический список**

1. Lürig Moritz D., Donoughe Seth, Svensson Erik I., Porto Arthur, Tsuboi Masahito Computer Vision, Machine Learning, and the Promise of Phenomics in Ecology and Evolutionary Biology // *Frontiers in Ecology and Evolution*. – 2021. – V 9. – P. 148.
2. Ф. Шолле Глубокое обучение на Python. – СПб.: Питер, 2018. – 400 с.
3. Ваганов А.В., Шалимов А.П., Шауло Д.Н. Морфология спор некоторых представителей подсемейства Pteridoideae семейства Pteridaceae // *Растительный мир Азиатской России*. – 2014. – № 2(14). – С. 29–36.