

**МІНІСТЭРСТВА АДУКАЦЫІ РЭСПУБЛІКІ БЕЛАРУСЬ**  
**БЕЛАРУСКІ ДЗЯРЖАЎНЫ УНІВЕРСІТЭТ**  
**БІЯЛАГІЧНЫ ФАКУЛЬТЭТ**  
**Кафедра батанікі**

**БАЛЬЦЭВІЧ**  
Паліна Генадзеўна

**ВЫКАРЫСТАННЕ ЗГОРТВАЛЬНЫХ НЕЙРОНАВЫХ СЕТАК**  
**ДЛЯ КЛАСІФІКАЦЫІ ВЫЯЎ ВОДАРАСЦЕЙ**

Дыпломная работа

Навуковы кіраўнік:  
старшы выкладчык  
А.А. Шэвялёва

Дапушчана да абароны  
«\_\_»\_\_\_\_\_2022 г.  
Заг. кафедры батанікі

кандыдат біялагічных навук, дацэнт  
\_\_\_\_\_ В.М. Ціхаміраў

Мінск, 2022

## РЭФЕРАТ

Дыпломная работа: 54 старонкі, 1 табліца, 25 малюнкаў, 30 крыніц, 1 дадатак.

Ключавыя словы: ВОДАРАСЦІ, ІДЭНТЫФІКАЦЫЯ ВОДАРАСЦЕЙ, PEDIASTRUM, МАШЫННАЕ НАВУЧАННЕ, ГЛЫБОКАЕ НАВУЧАННЕ, ЗГОРТВАЛЬНЫЯ НЕЙРОНАВЫЯ СЕТКІ, КЛАСІФІКАЦЫЯ ВОДАРАСЦЕЙ

Аб'ект даследавання: распазнаванне водарасцей метадамі глыбокага навучання.

Мэта работы: вырашыць задачу класіфікацыі выяў водарасцей пры дапамозе згортвальных нейронавых сетак.

Метады даследавання: гідрабіялагічныя метады, метады мікраскапіравання і ідэнтыфікацыі водарасцей, метады машыннага навучання.

Выкананне працы дазволіла нам атрымаць наступныя вынікі:

1. Выяўленыя некаторыя заканамернасці распаўсюджвання асобных відаў сямейства Hydrodictyaceae.
2. З мэтай фармавання навучальных выбарак створаныя дзве базы выяў водарасцей: фотаздымкі шасці Pediastrum-падобных відаў сямейства Hydrodictyaceae, агульнай колькасцю 452 выявы; фотаздымкі 178 відаў, якія належаць да тыпаў Cyanobacteria, Euglenozoa і аддзелаў Bacillariophyta, Chlorophyta, Charophyta, агульнай колькасцю 620 выяў. Атрыманыя выявы можна выкарыстоўваць у навучальным працэсе ў якасці ілюстрацыйнага і дапаможнага матэрыялу.
3. Здзейсненыя выпрабаванні даступных мадэляў згортвальных нейронавых сетак, сярод якіх найлепшыя вынікі паказала EfficientNetB0. Пасля налады і навучання абранай мадэлі быў атрыманы прататып сістэмы для распазнавання выяў водарасцей з дакладнасцю распазнавання 97% для першай выбаркі і 80% для другой.

Сістэма патрабуе далейшага ўдасканалення і ў перспектыве можа выкарыстоўвацца ў адукацыйнай і навуковай дзейнасці.

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 54 страницы, 1 таблица, 25 рисунков, 30 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: ВОДОРОСЛИ, ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВОДОРОСЛЕЙ, PEDIASTRUM, МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ, ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ, СВЁРТОЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ, КЛАССИФИКАЦИЯ ВОДОРОСЛЕЙ

Объект исследования: распознавание водорослей методами глубокого обучения.

Цель работы: применить свёрточные нейронные сети в задаче классификации изображений водорослей.

Методы исследования: гидробиологические методы, методы микроскопирования и идентификации водорослей, методы машинного обучения.

По итогу выполнения работы удалось достичь следующих результатов:

1. Выявлены некоторые закономерности распространения отдельных видов семейства Hydrodictyaceae.
2. С целью формирования обучающих выборок созданы две базы изображений водорослей: фотографии шести Pediastrum-подобных видов семейства Hydrodictyaceae, общим количеством 452 изображения; фотографии 178 видов, принадлежащих к типам Cyanobacteria, Euglenozoa и отделам Bacillariophyta, Chlorophyta, Charophyta, общим количеством 620 изображений. Полученные изображения можно использовать в учебном процессе в качестве иллюстративного и вспомогательного материала.
3. Проведены испытания доступных моделей свёрточных нейронных сетей, среди каких наилучшие результаты показала EfficientNetB0. После настройки и обучения выбранной модели был получен прототип системы для распознавания изображений водорослей, с точностью распознавания 97% для первой выборки и 80% для второй.

Система требует дальнейшего усовершенствования и в перспективе может использоваться в образовательной и научной деятельности.

## ABSTRACT

Diploma thesis: 54 pages, 1 table, 25 figures, 30 referenses, 1 appendix.

Keywords: ALGAE, ALGAE IDENTIFICATION, PEDIASTRUM, MACHINE LEARNING, DEEP LEARNING, CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS, ALGAE CLASSIFICATION

Object of research: algae recognition by deep learning methods.

Purpose of the work: solve the problem of classifying algae images using convolutional neural networks.

Research methods: hydrobiological methods, algae microscopy and identification methods, machine learning methods.

The following results were achieved:

1. Some distribution patterns of certain species of the family Hydrodictyaceae were revealed.
2. In order to form teaching samples two databases of algae images were created: photographs of six Pediastrum-like species of the family Hydrodictyaceae, totaling 452 images; photographs of 178 species belonging to Cyanobacteria, Euglenozoa, Bacillariophyta, Chlorophyta and Charophyta phylums, totaling 620 images. The obtained images can be used in the educational process as illustrative and auxiliary material.
3. The available models of convolutional neural networks were tested, among which EfficientNetB0 showed the best results. After tuning and training of the selected model, a prototype system has been obtained for the recognition of algae images, with an accuracy of 97% for the first sample and 80% for the second.

The system requires further improvement and can be used in the future in educational and scientific activities.