

Перспективы применения искусственного интеллекта при оценке экологического состояния малых водоемов г.Новосибирска

Кузнецов В.С.¹, Якушев К.А.²

1 - Сибирский государственный университет водного транспорта, Гидротехнический факультет, Новосибирск, Россия, *E-mail: vadim.kuznetsov.20.01@mail.ru*; 2 - Сибирский государственный университет водного транспорта, Гидротехнический факультет, Новосибирск, Россия, *E-mail: alokamfort@gmail.com*

Настоящая работа посвящена исследованию перспектив применения методов искусственного интеллекта (ИИ) для повышения эффективности и точности оценки экологического состояния малых водоемов города Новосибирска. Актуальность данного направления обусловлена нарастающим антропогенным давлением на водные объекты в условиях урбанизированной среды, что приводит к их деградации и требует оперативного и комплексного мониторинга. Малые водоемы, такие как пруды, озера и водохранилища в городской черте, часто подвергаются интенсивному загрязнению, однако их комплексная оценка затруднена из-за высокой стоимости и трудоемкости традиционных методов мониторинга. Применение ИИ открывает новые возможности для автоматизации процессов сбора, обработки и анализа больших объемов разнородных данных, что позволяет перейти от эпизодического к непрерывному и прогностическому мониторингу.

Основной задачей ИИ в данном контексте является повышение точности и скорости идентификации источников загрязнения, прогнозирование динамики изменений экологического состояния и разработка рекомендаций по оптимизации природоохранных мероприятий. В рамках исследования рассматриваются возможности применения машинного обучения, включая нейронные сети, деревья решений и методы кластеризации, для анализа данных, полученных с различных источников. К таковым относятся: спутниковые и аэрофотоснимки, данные дистанционного зондирования (мультиспектральные, гиперспектральные изображения), информация с автоматизированных датчиков (физико-химические параметры воды, метеорологические данные), а также исторические данные о качестве воды и гидрологическом режиме.

Первоочередной задачей для эффективного внедрения ИИ является формирование репрезентативной базы данных. Для малых водоемов Новосибирска такая база должна включать, как минимум, следующие компоненты: детальные спутниковые изображения высокого разрешения, позволяющие идентифицировать характер землепользования вокруг водоемов (наличие твердых покрытий, зеленых зон, промышленных объектов, жилой застройки), а также визуально оценивать степень замутненности воды, наличие поверхностной пленки и растительности. Дополнение этих данных информацией с автоматизированных постов мониторинга, фиксирующих в режиме реального времени такие параметры, как температура, pH, растворенный кислород, концентрация биогенных элементов (азот, фосфор) и органических загрязнителей, позволит обучить модели машинного обучения предсказывать текущее экологическое состояние. [1]

Особое внимание уделяется перспективам применения методов компьютерного зрения. Алгоритмы сегментации изображений на основе сверточных нейронных сетей (CNN) способны с высокой точностью выделять участки с различными типами загрязнений, определять площади распространения нежелательной водной растительности (например, сине-зеленых водорослей) или нефтепродуктов. Анализ спектральных характеристик водной поверхности также может быть автоматизирован с помощью ИИ для выявления следов специфических загрязнителей. [2]

Прогностические модели на основе рекуррентных нейронных сетей (RNN) или Long Short-Term Memory (LSTM) способны прогнозировать динамику изменения экологического состояния водоема в краткосрочной и среднесрочной перспективе. Учитывая комплексное воздействие климатических факторов (температуры, количества осадков, ветрового режима) и антропогенных нагрузок, эти модели могут предсказывать вероятность возникновения цветения воды, заморных явлений или превышения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ. Это позволит перейти к превентивным мерам, направленным на предотвращение критических ситуаций.

Помимо прогнозной функции, ИИ может быть использован для оптимизации стратегий управления водными ресурсами. Например, системы поддержки принятия решений, основанные на ИИ, могут рекомендовать наиболее эффективные места для локализации источников сброса, оптимальные режимы работы очистных сооружений или последовательность мероприятий по реабилитации водоема. Также перспективным является применение ИИ для классификации малых водоемов по степени их экологического риска, что позволит более эффективно распределять ограниченные ресурсы природоохранных мероприятий.

Тем не менее, внедрение ИИ в оценку экологического состояния малых водоемов сопряжено с рядом вызовов. К ним относятся необходимость в создании стандартизированных протоколов сбора данных, разработка адаптивных моделей, учитывающих локальную специфику малых водоемов Новосибирска (гидрогеологические условия, характер застройки, виды загрязнителей), а также обеспечение прозрачности и интерпретируемости результатов работы ИИ-систем для специалистов-экологов и лиц, принимающих решения. Важным аспектом является также интеграция ИИ-решений в существующие системы мониторинга и управления водными ресурсами.[3]

В заключение, применение методов искусственного интеллекта открывает революционные перспективы для существенного повышения эффективности и комплексности оценки экологического состояния малых водоемов г. Новосибирска. Развитие и внедрение интеллектуальных систем мониторинга и анализа данных позволят перейти от реактивных мер к проактивному управлению водными ресурсами, обеспечивая устойчивое развитие городской среды и сохранение уникальных водных экосистем для будущих поколений. Реализация данного подхода требует междисциплинарного сотрудничества между специалистами в области экологии, гидрологии, информационных технологий и геоинформационных систем.

Источники и литература

- 1) Бучельников М. А. Исследование качества воды малых водоёмов г. Новосибирска / О. В. Спиренкова ; А. С. Тушина // №3 - 2015 - С. 217-219.
- 2) Гидроэкологические проблемы водоёмов города Новосибирска : [монография] / М. А. Бучельников, А. А. Перфильев, В. А. Седых [и др.] ; М-во трансп. Рос. Федерации; Федер. агентство мор. и реч. трансп.; ФБОУ ВПО "Новосиб. гос. акад. вод. трансп." ; М. А. Бучельников ; А. А. Перфильев ; В. А. Седых ; О. В. Спиренкова ; А. С. Тушина. - Новосибирск : НГАВТ, 2014. - 87 с. : цв. ил. - Текст: электронный - ISBN 978-5-8119-0589-8.
- 3) Бучельников М. А. Химическое загрязнение ряда водоёмов г. Новосибирска / О. В. Спиренкова ; А. С. Тушина ; Е. В. Рощина // Сиб. науч. вестн.- Вып. XVI - 2012 - С. 283-285.