Казанский (Приволжский) федеральный университет
в сотрудничестве с
Министерством экологии и природных ресурсов Республики Татарстан,
Комитетом по экологии и охране окружающей среды Государственной думы Федерального Собрания Российской Федерации,
Комитетом по экологии, природопользованию, агропромышленной и продовольственной политике Государственного Совета Республики Татарстан,
Академией наук Республики Татарстан,
Татарстанским отделением Русского географического общества

Посвящается объявленному в России Году экологии и Году экологии и общественных пространств в Республике Татарстан

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ XXI ВЕКА

ТРУДЫ
III международной конференции

Казань 2017

УДК 502.3+502.5

ББК 20.18

О-517

Редакторы:

д.б.н., проф. Селивановская С.Ю., к.б.н. Кожевникова М.В., д. г.н., проф. Сироткин В.В., д.г.н. проф. Переведенцев Ю.П., д.б.н., проф. Степанова Н.Ю., к.б.н., доцент Шайхутдинова Г.А., д.ф-м н. проф. Зарипов Ш.Х., к.б.н., доцент Смирнова Е.В., д.б.н., проф. Мингазова Н.М.

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ XXI ВЕКА. Труды III международной конференции/ под редакцией С.Ю. Селивановской и М.В. Кожевниковой — Казань: Изд-во АН РТ, 2017.—.821 с.

ISBN 978-5-9690-0381-1

В сборнике представлены материалы конференции. В рамках конференции обсуждается широкий спект проблем, которые сгруппированы в 7 секций. Первая секция рассматривает фундаментальные вопросы состава, строения, процессов геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов; жизнеобеспечивающие ресурсы геосферных оболочек, изменяющихся под влиянием природных и антропогенных факторов, их охрану, рациональное использование и мониторинг. Вторая секция, посвященная 95-летию образования кафедры геофизики (в настоящее время - кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы КФУ), обсуждает вопросы атмосферных процессов; экстремальных и погодно-климатических событий; общей циркуляции атмосферы и долгосрочного прогноза погоды; палеоклиматологии, исторической реконструкции, диагноза, моделирования и прогноза глобальных и региональных изменений климата до конца 21 столетия. Материалы третьей секции представляют вопросы глобального загрязнения окружающей среды, кризиса водных ресурсов, подходы к созданию технологий, обеспечивающих агро- и продовольственную безопасность, позволяющих оценить состояние объектов окружающей среды, методы управления в сфере охраны окружающей среды и природопользования, правовые проблемам экологии и природопользования. Работы четвертой секции посвящены стратегиям охраны и оптимизации биологических ресурсов. Пятая секция концентрируется на обсуждении математических методов и ГИС технологий в экологии и природопользовании. Ключевыми вопросами, обсуждаемыми в рамках шестой секции являются диагностика, систематика и классификация почв, изучение структуры почвенного покрова, разработка принципов и методов почвенной картографии, проблемы техногенного и агрогенного химического загрязнения почв, моделирование накопления гумуса в залежных почвах, биология почв. Работы 7-ой секции посвящены социально–экономическим и экологическим аспектам анализа развития и управления урботерриториями.

© КП(Ф)У, 2017
© КП(Ф)У, Коллектив авторов, 2017

ISBN 978-5-9690-0381-1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ DAPHNIA MAGNA ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Никитин О.В., Насырова Э.И., Нуриахметова В.Р., Латыпова В.З.
Казанский федеральный университет, Казань, Россия
nikitin-kfu@mail.ru

На современном этапе развития техники возможно чувствительное определение наличия токсических веществ в воде по поведенческим характеристикам тест-объектов, посредством компьютерного анализа их цифровых изображений. Первые работы, связанные с оценкой поведения тест-организмов и токсичности среды подобными методами появились в конце 80-х – начале 90-х гг. XX в. Из-за низких вычислительных мощностей компьютеров, исследователи ограничивались анализом последовательностей из нескольких десятков изображений.

На кафедре прикладной экологии КФУ разработан программно-аппаратный комплекс для обнаружения и регистрации поведенческих реакций дафний – «Анализатор токсичности «ТгаскТох», реализующий алгоритмы компьютерного зрения в непрерывном режиме. Для экспериментов используется лабораторная культура *Daphnia magna*. Общая схема эксперимента следующая: 1) три дафнии переносятся в прозрачный пластиковый контейнер с 25 мл культивационной воды; 2) контейнер переносится в анализатор токсичности; 3) производится измерение скорости плавания дафний, т.н. «контроль» (Xc); 4) для изучения воздействия токсиканта, он помещается в контейнер в количестве, необходимом для достижения нужной концентрации (возможен перенос дафний в другой контейнер с токсикантом); 5) в течение следующего временного интервала производится повторное измерение скорости плавания дафний, т.н. «опыт» (Xo); 6) в ходе эксперимента, данные визуализируются на экране; 7) в конце эксперимента данные по плавательной активности передаются в виде файла для статистического анализа и расчета индекса токсичности (рис. 1).

По представленной схеме с помощью анализатора токсичности были исследованы характеристики поведенческой активности *D. magna* в нормальных условиях и при добавлении различных токсикантов: бихромата калия, сульфата цинка, пестицида эсфенвалерата, цианотоксина микроцистина. В случае добавления солей металлов отмечалось статистически значимое снижение, а в случае с пестицидом и цианотоксином увеличение скорости плавания дафний при краткосрочном времени экспозиции в 10-30 минут.

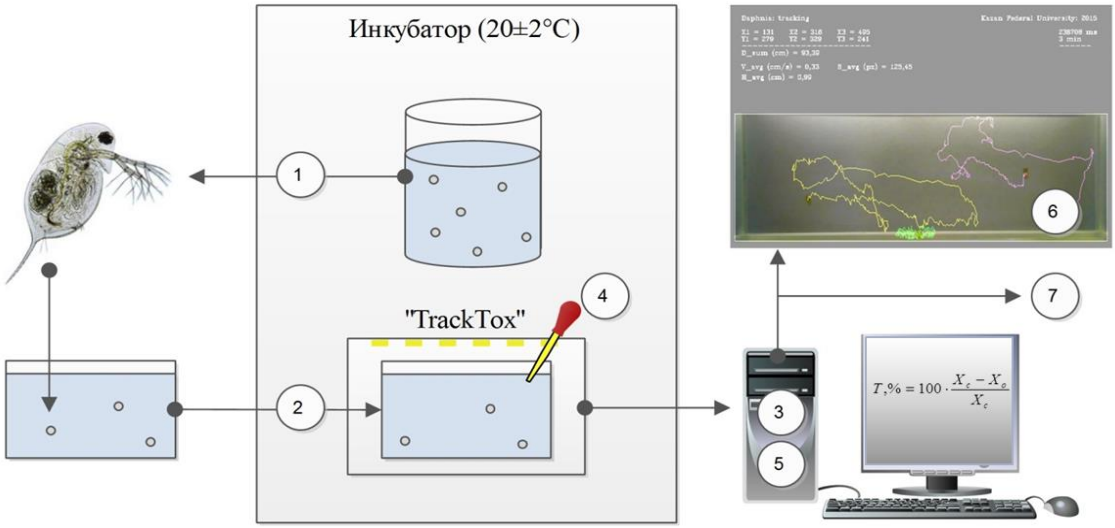


Рисунок 1. Схема определения токсичности при помощи «Анализатора «ТгаскТох»

Помимо анализа токсичности водных растворов веществ интерес представляет оценка токсичности других объектов окружающей среды при помощи технологии компьютерного зрения: отходов, почв, донных отложений. В том числе и из-за методических трудностей, связанных с пробоподготовкой (изменением окраски и повышением мутности анализируемых образцов). В 2017 г. были проведены указанные исследования по оценке токсичности вытяжки донных отложений, искусственно загрязненных солями хрома ($K_2Cr_2O_7$). В качестве контроля выступала вытяжка из чистых донных отложений. Для моделирования загрязненных донных отложений, использовались высушенные и измельченные незагрязненные донные отложения, в которые вносился бихромат калия, после чего донные отложения перемешивались. Для дальнейших исследований образцы заливались дистиллированной водой в соотношении «твердая фаза : жидкость» – «1:10», после суточного экспонирования на ротаторе надосадочная жидкость отстаивалась и фильтровалась.

В полученных донных отложениях и вытяжках из них определялось содержание тяжелых металлов (на ICPE-9000). Фоновое содержание хрома в чистых донных отложениях составило 23±4,6 мг/кг, в загрязненных – 9100±1820 мг/кг. Концентрация хрома в водных вытяжках из чистых донных отложений составила 90±4,5 мкг/л («ДО-контроль»), в вытяжках из модельных донных отложений – 2300±115 мкг/л. При указанной концентрации наблюдались трудности с регистрацией дафний на анализаторе токсичности (из-за окрашивания раствора), вследствие чего пробу дополнительно разбавляли в 20 раз («ДО-хром», 115±5,7 мкг/л). Далее указанные вытяжки подвергались биотестирова-

нию в следующей последовательности: «Культивационная вода» → «ДО-контроль» → «ДО-хром» (рис. 2).

Средняя скорость плавания дафний в культивационной воде составляла 0,67±0,01 см/с, после переноски в вытяжку из чистых отложений практически не изменялась и составляла 0,60±0,01 см/с, а после помещения дафний в вытяжку из донных отложений с хромом уменьшалась до 0,55±0,01 см/с. Для полученных выборок было показано несоответствие данных нормальному распределению (по критерию Шапиро-Уилка). Данные по скорости плавания дафний в вытяжке из донных отложений с хромом статистически значимо отличаются от контрольных по критерию Манна-Уитни ($p < 0,05$), что может свидетельствовать о наличии реакции на качество донных отложений. Более детальную информацию о характере плавательной активности дафний может дать поминутный анализ динамики – в этом случае ингибирующий эффект от хрома прослеживается особенно четко.

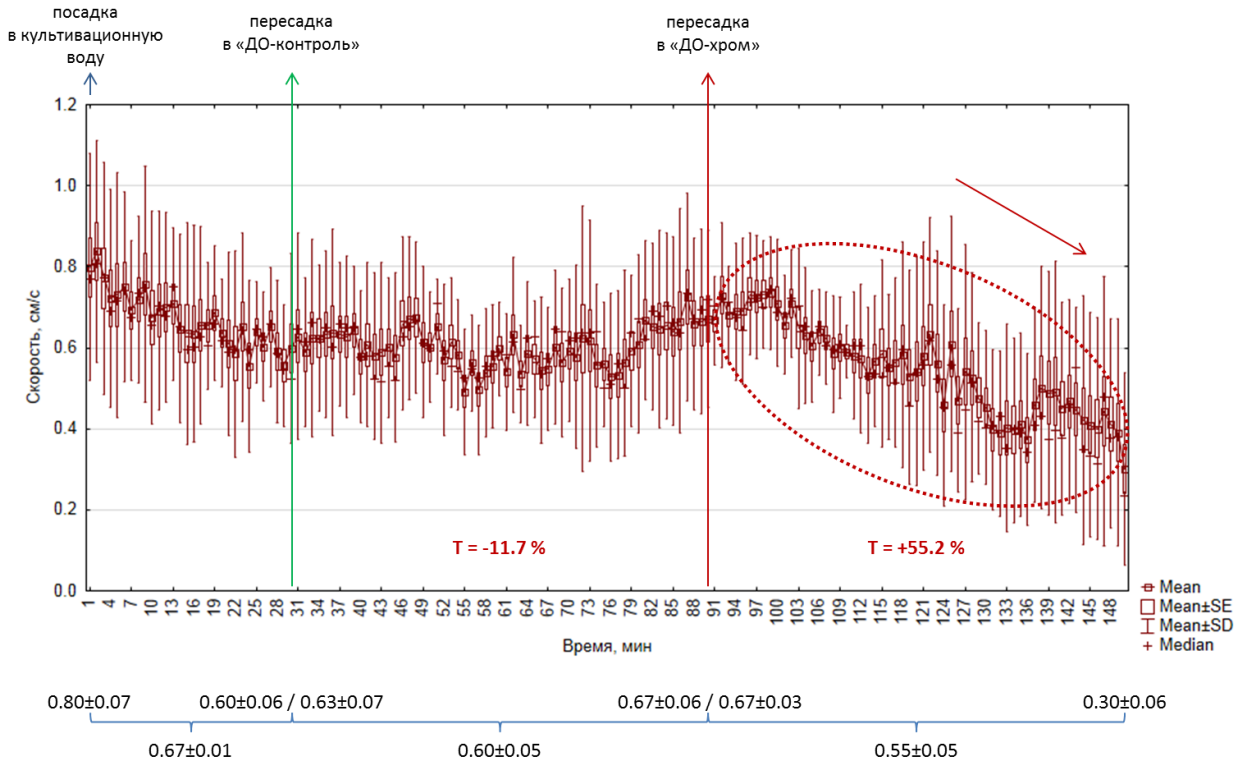


Рисунок 2. Сводные данные по плавательной активности дафний (скорость, см/с) в сериях экспериментов (N=5) с вытяжками из донных отложений (внизу графика представлены данные по скорости в первую и последнюю минуты этапа тестирования, а также средние за этап)

Дополнительной оценкой токсичности может служить индекс токсичности, широко используемый в практике: $T, \% = 100 \cdot (Хк – Хо) / Хк$. Можно от-

метить, что токсический эффект в серии с хромом, несмотря на явно выраженное снижение скорости к концу эксперимента, данным подходом не обнаруживается (индекс по средней скорости составил всего 8,3 %). Вероятно, это является особенностью агрегации данных, когда наблюдается существенный разброс значений в течение эксперимента. Для устранения влияния данного фактора, можно рекомендовать использовать для расчета индекса токсичности не интегральное значение параметра скорости за весь период наблюдений, а лишь граничные, характеризующие конечное состояние дафний, как в контрольных, так и в опытных условиях. Индекс токсичности, рассчитанный подобным образом, составил 55 и 67 % для средней и медианной скорости. Учитывая отличие распределения данных от нормального, можно рекомендовать использование индекса токсичности, рассчитанного именно по медиане. Полученные значения более точно соответствуют реальной картине плавательной активности дафний, наблюдаемой в эксперименте.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность использования нового метода биотестирования основанного на компьютерном зрении для оценки качества, как водных растворов опасных веществ, так и загрязненных донных отложений.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕК В РАЙОНАХ ИНТЕНСИВНОЙ НЕФТЕДОБЫЧИ НА ПРИМЕРЕ Р. ШЕШМА И ЕЁ ПРИТОКОВ

Новикова Л.В., Степанова Н.Ю.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
ljudmila_88@list.ru

Донные отложения - неотъемлемая и существенная часть водных экосистем, позволяющая оценить антропогенное загрязнение экосистемы в ретроспективе лет. В районах нефтедобычи донные отложения накапливают в себе компоненты нефти и попутных вод, химические вещества, применяемые при разработке месторождений, проведении ремонтных работ. Как правило, водные экосистемы одновременно находятся под воздействием и других антропогенных факторов и выделение вклада нефтяной промышленности в загрязнение донных отложений затруднено.

Целью данной работы явилась сравнительная оценка загрязнения донных отложений нефтепродуктами и металлами в районах с интенсивной нефтедобывающей и сельскохозяйственной деятельностью.