

*Александр Анатольевич МИНИН —
аспирант кафедры экологии и генетики
биологического факультета,
Рольф Максимович ЦОЙ —
заведующий кафедрой экологии и генетики
ТГУ, профессор, доктор биологических наук,
Тимур Евгеньевич ПАВЛЮК —
заведующий сектором гидробиологических
исследований РосНИИВХ,
кандидат биологических наук,
Елена Леонидовна ПАВЛЮК —
младший научный сотрудник
сектора гидробиологических исследований
РосНИИВХ*

УДК 630.114.351

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СООБЩЕСТВА МАКРОЗООБЕНТОСА НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ТУРЫ

АННОТАЦИЯ. Изучены особенности биологического разнообразия сообщества донных макробеспозвоночных животных нижнего течения реки Туры. Выявлены закономерности существования экосистемы в условиях нефтяного загрязнения. Проведена апробация биотических показателей качества водного объекта.

Essential features of benthic macroinvertebrate animals' biological diversity of River Tura downstream were investigated. Conformities of ecosystem existence in conditions of oil contamination were revealed. Aprobation of water quality biotic indexes was carried out.

Научно-технический прогресс не всегда означает рациональное и бережное использование среды обитания. Поэтому именно сейчас, в эпоху высоких скоростей освоения жизненного пространства планеты, необходимо изучать экосистему в ее нарушенном состоянии, проводя аналогии с существующими еще пока незагрязненными участками. Данный подход позволяет выявить сукцессионные изменения биоценоза под действием антропогенного воздействия и охарактеризовать адаптивные механизмы экосистемы, позволяющие ей выжить в сложных условиях. Одним из примеров экосистемы, подверженной воздействию антропогенной природы, можно считать экосистему водоема или водотока, расположенного в черте крупного населенного пункта. Существует множество показателей, выступающих в качестве критерия здоровья экосистемы, но последнее время ученые все чаще обращают свое внимание на сообщество донных макробеспозвоночных животных — центральный блок экосистемы, связующее звено между микро- и макромиром водного биоценоза.

Одним из наиболее загрязненных водотоков Свердловской области и юга Тюменской области по праву принято считать реку Туру, особенно в ее нижнем течении. На этом участке основным источником загрязнения является промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды города Тюмени.

В 1999 году Российским Научно-исследовательским Институтом Комплексного Использования и Охраны Водных Ресурсов (г. Екатеринбург) в рамках междуна-

ного сотрудничества с институтом RIZA (г. Лелистад, Нидерланды) было проведено исследование экологического состояния нижнего течения реки Туры.

Целью исследования было выявить изменения в структуре сообщества донных макробеспозвоночных в условиях интенсивного антропогенного воздействия стоков крупного индустриального центра.

Задачи исследования:

1. На основании натуральных исследований и архивных данных установить основные загрязняющие вещества р. Туры в ее нижнем течении.

2. Определить видовой состав донного биоценоза створов наблюдения и провести сравнительный анализ структуры в контексте антропогенного воздействия.

3. Провести апробацию работоспособности биотических индексов для донных биоценозов данного региона.

4. Выявить группы организмов макрозообентоса, наиболее чувствительные и наиболее толерантные к уровню загрязнения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Река Тура относится к бассейну Оби и является основной водной артерией Свердловской области. Район исследования расположен на территории двух областей - Свердловской и Тюменской. Исследования нижнего течения р. Туры проводились в период с мая по сентябрь 1999 года на четырех створах наблюдения (рис. 1):

1. Выше города Туринска у деревни Кокузово,
2. Ниже Туринска у деревни Ерзовка,
3. Ниже города Тюмени в населенном пункте Антипино,
4. В устье Ницы — основного притока Туры на данном участке близ с. Краснослободское.

Этап полевых исследований включал в себя четырехразовый с интервалом в четыре недели отбор проб макрозообентоса с использованием Голландского Искусственного субстрата. (Bij de Vaate & Greijdenus-Klaas, 1990). В случае полной или частичной потери искусственных субстратов проводился отбор проб с естественных субстратов стандартными качественными и количественными методами (циркулярный скребок, сачок, смыв с погруженных предметов).



ПРИМЕЧАНИЕ: ● — место отбора проб.

Рис. 1. Схема района исследования

Также в ходе полевых исследований проводилось измерение гидрофизических и гидрохимических параметров и отбор проб воды на химический анализ. Определение химического состава воды проводилось в химической лаборатории РосНИИВХ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные в комбинации с данными Уральского Управления Гидрометеослужбы прошлых лет позволяют выделить существенное увеличение содержания нефтепродуктов и взвешенных веществ в ряду створов д. Ерзовка — п. Антипино. Среднегодовое содержание нефтепродуктов в реке Туре ниже Тюмени превышает данный показатель для створа ниже Туринска в 7,5–16 раз (по данным 1991–1992 гг). На основании экспертной оценки был сделан вывод о повышенном содержании нефтепродуктов в воде и донных отложениях. При этом содержание нефтепродуктов в р. Ница является в пределах фоновых концентраций.

По данным 1991–1992 годов на участке ниже Тюмени среднегодовая концентрация нефтепродуктов превышает ПДК в 20–30 раз, а максимальное значение превышает ПДК в 60–70 раз.

На основании химических свойств выделяют две фракции нефтепродуктов — тяжелые и легкие. Тяжелые фракции (битумы, парафины) практически нерастворимы в воде и поэтому оседают и покрывают дно, при этом дно напоминает тротуар, покрытый асфальтом. Подобное явление было отмечено на реке Чусовой близ города Первоуральска (РосНИИВХ, неопубликованные данные), при этом отбор проб макрозообентоса показал практически полное его отсутствие, за исключением единичных особей хирономид рода *Ablabesmyia* и ручейников рода *Hydropsyche*.

Говоря о легких фракциях нефтепродуктов и их влиянии на бентосных животных, необходимо отметить, что растворимость их в воде выше, вследствие чего диспергированные микрокапли нефтепродуктов становятся доступными для детритофагов (например, олигохет). В работах P. F. Kingston et al. (1995), B. Borowsky et al (1992) было отмечено, что в случае аварии ракообразные являются одной из наиболее чувствительных групп к нефтяному загрязнению. Аналогичный факт был отмечен Г. П. Кондратьевым и В. В. Потаповым (1993). Авторы также изучали реакцию моллюсков семейства *Sphaeridae* и ручейников на загрязнение нефтью.

Исследования воздействия нефтепродуктов на разнообразие бентосных животных на примере реки Исети, проведенные РосНИИВХ в 1997 году (Pavluk et al., 1999) также подтвердили повышенную чувствительность к загрязнению таких групп животных, как ручейники и двустворчатые моллюски семейства *Sphaeridae*.

Анализ структуры сообщества макрозообентоса реки Ницы и нижнего течения Туры показал, что видовое разнообразие участков выше и ниже города Туринска примерно одинаково, при этом количество таксонов на участке 2 несколько выше. Одной из причин этого может служить то, что за период исследования на участке 2 производился неоднократный отбор проб с естественных субстратов, в то время как на участке 1 отбор с естественных субстратов осуществлялся только однажды.

Отличия видового разнообразия естественных и Голландского Искусственного Субстрата представляет методический и научный интерес и поэтому будет освещен в дальнейших публикациях. В данной статье хотелось бы отметить, что видовой состав искусственных и естественных субстратов не является величиной тождественной.

Максимальное количество таксонов за единовременный отбор был получен на участке ниже г. Туринска с двух ИС, качественного отбора с естественных субстратов и отбора сачком — 49 таксонов. Это более чем на 50% превышает среднее количество таксонов, обнаруженных в ходе каждого из последующих трех отборов.

Для участка 3 имеет место почти аналогичная картина — видовое разнообразие искусственных субстратов значительно превышает количество таксонов, обнаруженных на естественных субстратах.

Интересно отметить тот факт, что личинки стрекоз не были обнаружены на участке 3 (Антипино), в то время как стрекозы встречаются достаточно обильно на участках 2 и 4. Участки 1 и 2 имеют значительное сходство по таксономическому составу таких групп бентосных животных, как моллюски, поденки, ручейники, пиявки, хирономиды.

Данные группы организмов, за исключением хирономид, представлены на участке 3 менее разнообразно, чем на участке 1 и 2. В свою очередь, 11 таксонов олигохет на участке 3 отличает этот участок от прочих створов, особенно от створа 1.

Полученные данные косвенно подтверждают данные работы Pavluk et al. 1999 года по влиянию загрязнения нефтепродуктами на сообщество макрозообентоса, согласно которому наиболее чувствительными группами являются хищники — личинки ручейников, поденок, встречающиеся на загрязненном участке единично, а веснянки отсутствующие вообще.

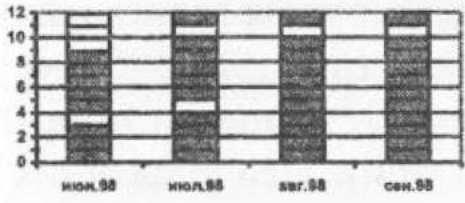
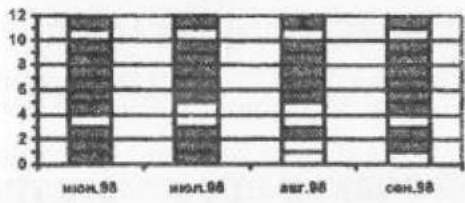
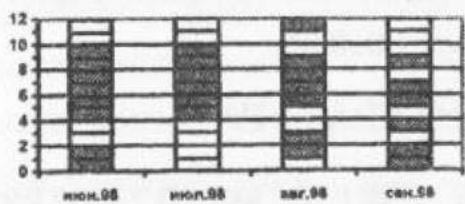
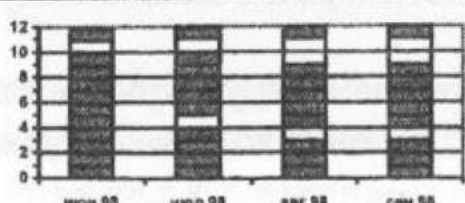
В качестве биотических показателей были использованы очки BMWP' (Alba-Tercedor J. & Sanchez-Ortega A., 1988), и Индекс Трофической Комплектности (Павлюк, 1998), хорошо зарекомендовавшие себя в качестве методов оценки экологического состояния водотоков с различной антропогенной нагрузкой.

Для унифицирования применяемых методов были использованы классы качества. Первый класс соответствует очень чистому состоянию, второй — чистому, третий — загрязненному, четвертый и пятый грязному и очень грязному состоянию соответственно.

На основании данных очков BMWP' участки 1 и 2 были отнесены ко второму классу качества, а участок 3 (ниже Тюмени) — к четвертому классу качества. Класс качества участка 4 является наименьшим и равен 1,25. Приведенный класс качества является величиной усредненной за четыре отбора.

Таблица

Оценка состояния рек Туры и Ница при помощи ИТК

Номер створа	Количество трофических групп биоценоза макрозообентоса и средний за летний сезон класс качества по 5-ти бальной шкале	Название реки
1		1,75 Тура
2		2,25
3		3,0
4		1,75 Ница

ПРИМЕЧАНИЕ. На диаграммах по оси X обозначены даты отбора проб на створах, а по оси Y — трофические группы донного биоценоза; белым цветом обозначены трофические группы, отсутствующие в составе донного биоценоза.

Индекс трофической комплектности, основанный на трофической структуре сообщества макрозообентоса, не выявил подобной значительной дифференциации между участками, но, тем не менее, чем ниже по течению расположен участок, тем класс больше (хуже состояние). Средний класс качества первого и четвертого участков — 1,75, второго — 2,25, третьего — 3 класс.

Более детальное изучение отсутствующих групп макрозообентоса показало, что из четырех проб на участке ниже Тюмени в трех пробах отсутствуют трофические группы 3 и 12. Обе группы являются всеядными животными, поедающими растительные и животные объекты с возможным сезонным смещением акцента в питании с растительного на животное и наоборот. Отличием групп между собой является размер пищевого объекта — гр. 3 — пищевой объект более 1 мм, 12 группа — менее 1 мм.

Возвращаясь к причинам низкого видового разнообразия естественных субстратов в сравнении с искусственными, можно отметить, что основным элементом дна в нижнем течении Туры является ил. В процессе отбора проб при взмучивании было обнаружено большое количество нефтепродуктов в донных отложениях, что значительно снижает доступность субстрата для поселения организмами дрефты. В свою очередь, искусственный субстрат, не покрытый нефтепродуктами, представляет собой оптимальный объект для заселения.

В качестве показателя сходства видового состава был использован индекс Жаккара (Руководство..., 1983). Величина индекса изменяется от 0 (нет общих видов) до 1 (полная тождественность видового состава). Для удобства представления результатов величина индекса была преобразована в процент общих видов от количества видов, встреченных на обоих участках. Наибольшее сходство видового состава было отмечено для участков 4 и 2—54 % общих видов, а наименее сходные участки 1 и 3, и 3 и 4 (около 35%).

ВЫВОДЫ

Таким образом, экосистема нижнего течения р. Туры ниже города Тюмени подвержена деградирующему антропогенному воздействию многочисленных загрязняющих веществ и нефтепродуктов в особенности. При этом происходит загрязнение не только воды, но и донных отложений.

В сообществе донных макробеспозвоночных животных загрязненного участка (№ 3) имеет место смена доминантов и элиминация наиболее чувствительных групп животных, к которым относятся личинки ручейников, поденок, стрекоз и веснянок, относящихся к группе смешанного питания. Два последних таксона из вышеперечисленных не были отмечены на загрязненном участке ни разу. Также к чувствительным таксонам следует отнести моллюсков семейства Sphaeriidae, а литературные данные о высокой чувствительности детритофагов (олигохет) и ракообразных к нефтяному загрязнению не подтвердились.

Применяемые методы биотической оценки продемонстрировали высокую степень сходства оценок между собой и с химическими методами оценки и могут быть рекомендованы к дальнейшему использованию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратьев Г. П., Потапов В. В. Влияние нефтяного загрязнения на зообентос р. Малый Ирғиз // Экологические проблемы больших рек: Тезисы международной конференции. Тольятти, 1993. С. 86.
2. Павлюк Т. Е. Использование трофической структуры сообществ донных макробеспозвоночных для оценки экологического состояния водотоков / Дис. ... канд. б. наук. Екатеринбург, 1998. 204 с.
3. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.
4. Alba-Tercedor J. & Sanchez-Ortega A. Un metodo rapido y simple para evaluar le calidad biologica de las aguas corrientes basado en el de hellawell // Limnetica. № 4. 1978. P. 51-56.

5. Bij de Vaate, A. and Greijdanus-Klaas. M. Biological monitoring of Rivers by Means of an Artificial Substrate / Rijkswaterstaat Dienst Binnenwateren (RIZA). 1990. Lelystad. Report No. 90.009, 57 p.

6. Borowsky B., Aitken-Ander P., Tanacredi J.T., Borowsky R., Brick T. Low doses of waste crankcase oil induce morphological changes in the amphipod crustacean *Melita nitida* // Amer. Zool. 1992. T.32, N 5. P. 109A.

7. Kingston P.F., Dixon I.M.T., Hamilton S., Moore D.C. The impact of the Braer oil spill on the macrobenthic infauna of the sediments of the Shetland Islands // Mar. Pollut. Bull. 1995. 30, N 7. P. 465-469.

8. Pavluk T., Bij de Vaate A., Minin A., Mukhutdinov Water quality and assessment in the rivers Chusovaya, Salda and Iset by means of macroinvertebrates / Rijkswaterstaat Dienst Binnenwateren (RIZA), Lelystad. 1999. Report No. 99025X, 61 p.

*Дмитрий Валерьевич МОСКОВЧЕНКО —
старший научный сотрудник
лаборатории ландшафтных
и фитоценологических исследований
Института проблем освоения Севера СО
РАН, кандидат географических наук,
Татьяна Александровна ШАРАПОВА —
старший научный сотрудник лаборатории
устойчивости биогеоценозов Института
проблем освоения Севера СО РАН,
кандидат биологических наук*

УДК 628.394:574.586

БИОИНДИКАЦИЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЕМОВ ГОРОДА ТЮМЕНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗООПЕРИФИТОНА

АННОТАЦИЯ. Проведены биоиндикационные исследования водоемов г. Тюмени и прилегающей территории, сопровождаемые опробованием донных отложений. В отобранных пробах определено содержание нефтепродуктов и 3,4-бензпирена. Обследованные водоемы пригородной зоны в отношении загрязнения нефтепродуктами отнесены к категории «умеренно загрязненных», а водоемы в пределах города — к категории «загрязненных» и «очень грязных». Отмечено, что загрязнение нефтепродуктами сопровождается падением видового разнообразия гидробионтов, одновременно возрастает количество биологических групп зооперифитона, индицирующих нефтяное загрязнение (нематод и олигохет). Сделан вывод о возможности применения метода биоиндикации при оценке загрязнения водоемов Западной Сибири нефтепродуктами.

The bioindication researches of reservoirs of Tyumen and surrounding territories accompanied with sampling of bottom sediments were carried out. In the selected samples the contents of hydrocarbons and 3,4-benzpyren were determined. The surveyed reservoirs of a suburban zone concerning hydrocarbon pollution belong to a category «moderately polluted», and reservoirs within the city- to a category «polluted» and «very dirty». It was marked that the pollution by hydrocarbons was accompanied by the fall of a species variety but the amount of biological groups of zooperifiton that indicates hydrocarbon pollution