

**ОРГАНИЗМЫ-ИНДИКАТОРЫ АНТРОПОГЕННОГО  
ЭВТРОФИРОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ**  
**ORGANISMS-INDICATORS OF ANTHROPOGENOUS  
EUTROPHORISM OF SOME BODIES OF MOGILEV REGION**

***А. В. Держанская, А. Г. Сыса***  
***A. Derzhanskaya, A. Sysa***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
anastasia-derzhanskaya@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Проведена оценка структурных показателей фито- и зоопланктона некоторых водоемов Могилевской обл. с различным уровнем антропогенной нагрузки на примере р. Березина (Бобруйский р-н) и р. Ольса (Кличевский р-н). Кроме рекреационных целей водоемы использовались и используются для проведения рыбоводных мероприятий. По результатам анализа отмечены существенные изменения в составе фитопланктона: увеличение числа эвгленовых и других фотосинтезирующих протистов, повышение продуктивности фитопланктона и уровня трофии, особенно в районах рек рядом с промышленным производством и местами отдыха. В структуре зоопланктона также наблюдаются изменения: снижение числа ветвистоусых рачков и увеличение личинок стрекоз и комаров.

The structural indicators of phyto- and zooplankton in some water bodies of the Mogilev region with different levels of anthropogenic load were estimated using the Berezina River (Bobruisk region) and the Olsa River (Klichevsky District) as examples. In addition to recreational purposes, water bodies were used and used for fish farming activities. According to the results of the analysis, significant changes in the composition of phytoplankton were noted: an increase in the number of Euglean and other photosynthesizing protists, an increase in the productivity of phytoplankton and the level of trophy, especially in areas of rivers near industrial production and places of rest. Changes are also observed in the structure of zooplankton: a decrease in the number of branched crustaceans and an increase in the larvae of dragonflies and mosquitoes.

*Ключевые слова:* качество воды, загрязнение, организмы-индикаторы, фитопланктон, зоопланктон, эвтрофирование.

*Keywords:* water quality, pollution, indicator organisms, phytoplankton, zooplankton, eutrophication.

Биоиндикация – активно развивающаяся в современной экологии область научных исследований. В большинстве случаев, целью применения различных индикаторов и индексов является оценка экологического состояния водных объектов; они используются и для принятия решений по обеспечению устойчивого развития территорий, регионов, экосистем разного масштаба. Изучение состава живых организмов водоема позволяет быстро установить его санитарное состояние, определить степень и характер загрязнения и пути его распространения в водоеме, а также дать количественную характеристику протекания процессов естественного самоочищения.

Различные виды живых существ показывают, чем загрязнена окружающая среда. Объектами-индикаторами могут быть фито- и зоопланктон, бентос, макрофиты, рыбы и др. Получены научные данные о том, что повышенное содержание в воде различных токсикантов приводит к массовым нарушениям эмбрионального и личиночного развития, появлению многочисленных уродств. У молоди рыб нередко развиваются опухоли и нарушение отдельных органов (печень, мозг, жаберный аппарат и др.). Кроме того, в одном и том же водоеме могут быть акватории с неблагоприятными условиями для гидробионтов [1].

Распространенный способ оценки качества воды в текущих водах основан на изучении донных беспозвоночных (макрозообентоса). Во-первых, большинство донных беспозвоночных сравнительно крупны, видны невооруженным взглядом, малоподвижны, и поэтому их легко собирать сачком. Из-за малоподвижного образа жизни они не могут избежать влияния попавших в воду загрязняющих веществ. Это позволяет говорить о том, что состояние бентосных организмов лучше отражает качество воды в исследуемой речке. К тому же многие виды донных животных проводят в воде большую часть своего жизненного цикла, таким образом, на состояние сообществ бентоса влияет не только качество воды в данный момент, но и в прошлом.

Вместе с тем, оценка и прогноз состояния равнинных рек в настоящее время крайне затруднены в связи с недостатком информации об экологических процессах, происходящих в бассейнах рек в их естественном состоянии и при воздействии антропогенных факторов [2; 3]. Типология рек меняется при интенсивном антропогенном воздействии на водоток. Обладая малой инерцией в своем режиме, равнинные водотоки чрезвычайно чутко реагируют на любые изменения на их водосборе и на воздействия различных внешних факторов.

Цель работы – анализ таксономической структуры и показателей количественного развития фито- и зоопланктона некоторых водоемов Могилевской области с различным уровнем антропогенной нагрузки на примере р. Березина (Бобруйский р-н) и р. Ольса (Кличевский р-н).

Река Березина является самой длинной рекой, которая на всем своем течении расположена в Республики Беларусь, правый приток Днепра. Длина реки – 613 км, площадь бассейна – 24 500 км<sup>2</sup>. Березина берет начало в болотистой местности севернее Минской возвышенности, в Березинском заповеднике, в 1 км к юго-западу от г. Докшицы. Исток находится на водоразделе Черного и Балтийского морей, рядом с истоком Березины берут начало верхние притоки р. Сервечь бассейна р. Неман и Аржаницы бассейна р. Западная Двина (точка тройного водораздела находится примерно в 4 км к западу от станции Крулевщина на безымянной высоте между высотами 199,0 и 190,7). В верхнем течении Березина проходит через о. Медзозол и Палик. Протекает в южном направлении по Центральноберезинской равнине, впадает в Днепр около д. Береговая Слобода Речицкого р-на. Средний годовой расход воды в устье 145 м<sup>3</sup>/с. На р. Березина находятся такие промышленные центры Республики Беларусь как Бобруйск, Борисов, Березино, Светлогорск.

Согласно данным мониторинга р. Березина ниже г. Борисов и г. Бобруйск по-прежнему входит в число наиболее загрязненных водных объектов Республики Беларусь. В воде р. Березина ниже г. Борисов отмечается наивысшее содержание общего фосфора (0,26 мг/дм<sup>3</sup>), часто отмечается превышение лимитирующего показателя по аммоний-иону, фиксируется среднегодовая концентрация нитрит-иона, превышающая лимитирующий показатель, (0,031 мгN/дм<sup>3</sup>), содержание нитрит-иона в воде реки в 2017 г. достигало максимума – 0,098 мгN/дм<sup>3</sup> (4,1 ПДК). Также наибольшее содержание марганца фиксируется в воде р. Березина ниже г. Борисов [4].

Река Ольса протекает по территории Кличевского и Кировского р-нов Могилевской обл. и Березинского р-на Минской обл., является левым притоком р. Березина. Длина реки – 92 км, площадь ее водосборного бассейна – 1690 км<sup>2</sup>, среднегодовой расход воды в устье – 9,3 м<sup>3</sup>/с, средний уклон реки 0,3 м/км. Река протекает по Центральноберезинской равнине, замерзает в первой декаде декабря, ледоход в третьей декаде марта. В нижнем течении наивысший уровень половодья в конце марта, средняя высота над меженным уровнем 1,2 м. Река используется как водоприемник мелиоративных каналов. Русло в верховье на протяжении 10 км канализовано, ниже ширина реки в межень 12–18 м, в низовьях 30–40 метров. Берега в верховье низкие, заболоченные, между деревьями Воевичи и Заполье Кличевского р-на пологие, ниже до устья крутые и обрывистые/

Пробы фитопланктона отбирались ежемесячно в период с мая по сентябрь 2018–2019 гг. на двух станциях в открытой зоне водоема. Всего было отобрано и обработано 30 проб. Материал отбирали и обрабатывали по стандартной гидробиологической методике. Пробы отбирали батометром Руттнера и фиксировали 40 % раствором формалина, концентрировали методом прямой фильтрации. Подсчет клеток проводили в камере «Учинская» объемом 0,01 мл. Подсчет организмов вели под микроскопом «Альтами» (Россия) при увеличении в 500 раз. Систематическое положение водорослей определялось при помощи «Определителя пресноводных водорослей» А. А. Гуревича. Сапробная значимость водорослей определялась по методике Т. Я. Ашихминой [3; 5].

Таблица 1 – Сапробная значимость водорослей по Т. Я. Ашихминой

Зона сапробности	Название водорослей
Олигосапробная	Космариум, меридиан, анабена, фрагилярия, цимбела, астерионелла, симбела, диатома
β-мезасапробная	Диатома, синедра игольчатая, циклотелла, кластериум, табелария, навикула, коконейс, кладофора, пинулярия, улотрикс, спирогира, фрагилярия, астерионелла, педиастриум, мелозира, циматоплеаура, сценедесмус, кластериум, пинулярия
α-мезасапробная	Ницшия игловидная, хламидомонада, стефанодискус, циклотела, навикула, факус, кластериум
Полисапробная	Хлорелла, эвглена зеленая

При помощи «Атласа-определителя беспозвоночных животных» М. А. Козлова был определен перечень видов беспозвоночных животных.

Оценку сапробности вод проводили по методу Майера, используя известные индикаторные значения сапробности отдельных видов (Барина, Медведева, 1996; Sladecsek, 1973, 1986; Wegl, 1983). К доминирующим видам относили те, численность и биомасса которых составляла 10 и более % от общего значения (Мегарран, 1992).

Определение качества воды водоема по методу Ф. Майера не требует определения живых организмов с точностью до вида и подходит для любого типа водоемов. Метод использует приуроченность различных групп водных беспозвоночных к водоемам с определенным уровнем загрязненности. Организмы-индикаторы отнесены к одному из трех разделов (табл. 2).

Таблица 2 – Организмы обитатели в водоемах с определенным уровнем загрязненности

Обитатели чистых вод	Организмы средней степени чувствительности	Обитатели загрязненных водоемов
Личинки веснянок	Бокоплав	Личинки комаров-звонцов
Личинки поденок	Речной рак	Пиявки
Личинки ручейников	Личинки стрекоз	Водяной ослик
Личинки вислокрылок	Личинки комаров – долгоножек	Прудовики
Двустворчатые моллюски	Моллюски-катушки, моллюски-живородки	Личинки мошки
		Малоцетинковые черви

Нужно отметить, какие из приведенных в таблице индикаторных групп обнаружены в пробах. Количество обнаруженных групп из первого раздела таблицы необходимо умножить на 3, количество групп из второго раздела – на 2, а из третьего – на 1. Получившиеся цифры складывают. Значение суммы и характеризует степень загрязненности водоема. Если сумма более 22 – водоем чистый и относится к 1 классу качества. Значения суммы от 17 до 21 говорят о втором классе качества (как и в первом случае, водоем будет охарактеризован как олигосапробный). От 11 до 16 баллов – 3 класс качества – умеренная загрязненность (бетамезосапробная зона). Все значения меньше 11 характеризуют водоем как грязный (альфамезосапробный или же полисапробный) – 4–7 классы качества.

Простота и универсальность метода Майера дают возможность быстро оценить состояние исследуемого водоема. Точность метода невысока, но если проводить исследования качества воды регулярно в течение какого-то времени и сравнивать полученные результаты, можно понять, в какую сторону изменяется состояние водоема.

Данные, представленные в табл. 3 и 4, позволяют заключить, что зоны рек, расположенные рядом с местами отдыха и объектами промышленности, характеризуются различными степенями сапробности и наличием в них определенных организмов-индикаторов. Данные отражены в таблицах.

В результате изучения водорослевого состава исследуемых проб воды в точках отбора были выявлены виды, наиболее часто встречающиеся в образцах. К таким организмам отнесли эвглену зеленую, хлореллу, хламидомонаду, спирогиру и мелозиру. Был произведен подсчет этих организмов. Данные отражены в табл. 3 (на примере р. Ольса).

Таблица 3 – Содержание организмов-индикаторов в исследуемых пробах

Организмы-индикаторы	Среднее содержание организмов в 1 мл пробы (точка №1, городская баня)	Среднее содержание организмов в 1 мл пробы (точка № 2, частный сектор)	Среднее содержание организмов в 1 мл пробы (точка № 3, лесная зона)
Мелозира	0	10	80
Спирогира	90	75	30
Хламидомонада	100	125	24
Хлорелла	167	137	20
Эвглена зеленая	250	203	30
Диатома	12	24	97

Данные организмы, являются представителями трех экологических групп, а именно, эвглена зеленая и хлорелла являются полисапробными организмами (т. е. они обитают в загрязненных водоемах). Хламидомонада является  $\alpha$ -мезосапробом, а спирогира относится к группе  $\beta$ -мезосапробов. Диатома является представителем олигосапробов (т. е. вода в данных водоемах достаточно чистая). Количественный состав хламидомонады, хлореллы и эвглены в точках отбора 1 и 2 намного выше, чем в точке отбора 3 (которая, как предполагается, не несет повышенную антропогенную нагрузку). Наблюдается обратная ситуация в точке отбора 3, в данном участке реки преобладает по численности мелозира и диатома – обитатели чистых вод. На основании полученных данных можно предположить, что в трех точках отбора наблюдается разная экологическая ситуация. Участки реки, расположенные рядом с городской баней и частным сектором имеют повышенное содержание биогенных веществ, вследствие попадания их со сточными водами. Участок реки, расположенный в лесной зоне менее подвержен антропогенному загрязнению.

Беспозвоночных животных также можно использовать для оценки чистоты воды в водоемах. Если водоемы чистые, то они богаты ветвистоусыми рачками (дафнии), а также довольно часто в них встречаются пресноводные моллюски. Для того, чтобы оценить экологическое состояние рек при помощи водных беспозвоночных, была использована методика Майера. В процессе исследования в пробах определялись найденные беспозвоночные, которые представлены в табл. 4 (на примере р. Березина).

Таблица 4 – Группы беспозвоночных животных реки Березина

Обитатели чистых вод	Организмы средней чувствительности	Обитатели загрязненных водоемов
Дафнии	Личинки комаров	Личинки стрекоз
Боклопавы	Моллюски-катушки	Пиявки
Циклопы	Живородки	Прудовики
	Беззубки	

Полученные данные характеризуют участок реки как  $\beta$ -мезосапробный, т. е. умеренно чистый.

Результаты свидетельствуют об эвтрофировании рек Березина и Ольса в некоторых их участках, в результате накопления в водоёмах биогенных продуктов. Это может быть связано с повышенной антропогенной нагрузкой на данные участки, так как некоторые зоны рек расположены рядом с такими объектами как городская баня (р. Ольса), ОАО Фандок (р. Березина), а также реки протекают рядом с частным сектором. Сточные воды

из дворов частных секторов содержат в себе большое количество органических веществ, которые являются питательным веществом для фитопланктона и вызывают его массовое развитие, а это приводит к эвтрофированию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Баринова, С. С.* Биоразнообразие водорослей – индикаторов окружающей среды / С. С. Баринова, Л. А. Медведева, О. В. Анисимова. — Тель-Авив, 2006. – 498 с.
2. *Зверькова, Ю. С.* Экологическая оценка реки Днепр (в пределах Смоленской области) по комплексу гидрохимических и гидробиологических показателей: автореф. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Ю. С. Зверькова. Смол. : СГУ, 2011. – 26 с.
3. Биоиндикация экологического состояния равнинных рек / под ред. О. В. Бухарина, Г. С. Розенберга. – М.: Наука, 2007. – 403 с.
4. Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений, 2017 год. – Режим доступа: <http://www.nsmos.by/content/777.html>. (дата обращения: 05.03.2019).
5. *Головатюк, Л. В.* Макрозообентос равнинных рек бассейна Нижней Волги как показатель их экологического состояния (на примере р.Сок и ее притоков): Автореф. дис. ... канд. биол.наук. Тольятти, 2005. – 20 с.

## ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПОДРОСТКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ DEPENDENCE FROM VIRTUAL REALITY OF TEENAGERS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

*И. И. Дроздов*  
*I. Drozdov*

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
gosha.drozdov.94@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Выполнен анализ виртуальной реальности и зависимость от нее подростков в Республике Беларусь, поскольку проблема интернет-зависимости на постсоветском пространстве, в том числе и в Беларуси исследована неравномерно. Проблема зависимости от виртуальной реальности молодежи представляет широкий спектр социально-психологических исследований. Установлено, что наиболее предпочтительной деятельностью подростков в виртуальном пространстве являются: игры, социальные сети и видео просмотры. Наиболее популярные категории в сети Интернет у подростков – общение в социальных сетях (61 %), алкоголь, табак (14 %), компьютерные игры (9 %), программное обеспечение, аудио и видео (6 %).

In this work was analyzed the virtual reality and dependence of adolescents on it in the Republic of Belarus, since the problem of Internet addiction in the post-Soviet space, including in Belarus, has been unevenly investigated. The problem of dependence on the virtual reality of young people represents a wide range of socio-psychological research. It is established that the most preferred activity of teenagers in the virtual space are: games, social networks and video views. The most popular categories on the Internet for teenagers are social networking (61 %), alcohol, tobacco (14 %), computer games (9 %), software, audio and video (6 %) on it in this work. The problem of Internet addiction in the post-Soviet space, and especially on the territory of Belarus, has been studied quite unevenly. The issue of dependence on virtual reality is a wide field for work and provides a wide range of areas for research. The study aims to identify the problem and its characteristics.

*Ключевые слова:* Республика Беларусь, подростки, виртуальное пространство, Интернет-зависимость.

*Keywords:* Republic of Belarus, teenagers, cyberspace, Internet addiction.

Зависимость от виртуальной реальности – интегральная составляющая на пути каждого человека к возможностям и сервисам Интернет. Ее закрепление в качестве компонента жизни личности определяется такими качествами личности как отрицательная коммуникативная установка, эмоциональная неустойчивость, замкнутость, тревожность и прочими. К. Янг описывает критерии, по которым можно определить наличие зависимости от Интернета и виртуальной реальности в целом [1; 2].

В последнее десятилетие формируется еще одна форма интернет-зависимого поведения – пристрастие к просмотру фильмов и сериалов через Интернет.

К указанному перечню целесообразно добавить, что, судя по количеству исследований и явно выраженной обеспокоенности общественности, своеобразным «лидером» среди отмеченных разновидностей интернет-зави-