



## МОРСКАЯ ТЕХНОЭКОСИСТЕМА – НОВОЕ ПОНЯТИЕ В ГИДРОБИОЛОГИИ

Рец. на книгу: А. Ю. Звягинцев, А. В. Мощенко. Морские техноэкосистемы энергетических станций. – Владивосток: Дальнаука. – 2010. – 343 с.

Данная монография представляет собой совершенно неординарный труд. В первую очередь в связи с объектом исследования. В известной нам литературе нет подобных монографий, даже и серьёзных статей, в которых бы рассматривались материалы исследований взаимодействия биологических объектов с техническими системами энергетической станции. Сама по себе в широком гидробиологическом смысле проблема не нова. Вопрос о влиянии тепловых электростанций на водные экосистемы внутренних водоёмов (водохранилищ, рек, специальных водоёмов-охладителей) разрабатывается уже не менее 50 лет, а первые указания на проблемы, связанные со сбросом подогретых технических вод в различные водоёмы, встречаются в публикациях ещё с конца XIX века. Первоначально основным аспектом исследований был «природоохранный»: необходимо было выяснить, каково влияние сбросных подогретых вод на гидробиологический режим водоёмов, на те или иные показатели качества воды. Появился термин «термальное загрязнение». Далее стали уделять внимание эколого-физиологическим аспектам: каковы физиологические реакции гидробионтов на повышение температуры, изменение других факторов воздействия сбросов АЭС и ТЭС. Авторы работы, будучи известными морскими гидробиологами, указывают на то, что проблема воздействия энергетических станций на прибрежные морские экосистемы, также как и в континентальных водах, существует в различных морских прибрежных регионах и акваториях.

Логика исследований проблемы влияния АЭС и ТЭС на гидрозкосистемы привела к формированию концепции техноэкосистемы, элементами которой является сложный биотоп, который включает природные и техногенные факторы и биотическое население этих биотопов. Таким образом, имеет место не только воздействие технических факторов на окружающую среду, но и обратное воздействие биотических факторов на техносистемы, оборудования, сооружения. Авторы монографии отмечают, что «технические объекты, в частности, системы

водоснабжения, не изолированы от воздействия жизнедеятельности организмов, которые могут оказывать существенное влияние на их работу. Это можно оценить как достойный ответ природы на нежелательное антропогенное вмешательство» (с. 10). Хотя, на наш взгляд, образ борющейся с техникой природы слишком драматизирован, но идея высказана верно.

Показательно, что введение к работе начинается эпиграфом, в котором дана одна из дефиниций технической гидробиологии. Это важно подчеркнуть, поскольку с сожалением следует констатировать, что интенсивное развитие технической гидробиологии ещё с 1930 годов, а особенно в 1960-е, связанное в морской гидробиологии с такими именами как Н.Л. Тарасов, О.Г. Резниченко и др., в последние десятилетия существенно затормозилось. Хотелось бы думать, что данная работа станет важной вехой в развитии технической гидробиологии, в первую очередь, морской.

Во введении авторы приводят общие характеристики техногенных биотопов, а также указывают на то, что в мире существует тенденция увеличения концентрации энергетических станций на морских побережьях. Кроме того, авторы выделяют две основные проблемы технической гидробиологии, связанные с техноэкосистемами энергетических станций – влияние сбросных подогретых вод на прибрежные экосистемы и обрастание в системах охлаждения. Думается, что проблема биологических помех гораздо шире только собственно формирования обрастания. Авторами сделан очень содержательный и интересный обзор проблемы термического загрязнения.

В главе 2 отмечено, что основным фактором биологических помех является обрастание, поэтому основной материал исследования связан именно с этой группировкой гидробионтов. Было выделено 15 сообществ, названных по доминирующим видам, приведены также данные о структуре 9 сообществ, которые почему-то обозначены по их локализации (для первых 15 локализация не учитывалась).

Вероятно, эти различия в описании связаны с различной структурой сообществ, в первых имеется хорошо выраженный доминант. Такое разнообразие биоценологических группировок свидетельствует как о высоком разнообразии состава и количественной представленности организмов обрастания (перифитона), так и о большом объеме собранного и обработанного материала. Приведены подробные данные по структуре сообществ, что, безусловно, будет интересно специалистам-гидробиологам, особенно тихоокеанского региона. Большой материал представлен и в таблицах Приложения.

Особый интерес вызывает раздел 2.2, в котором проводится анализ распределения отдельных видов обрастания в различных гидродинамических условиях. Использование строгих математических методов расчетов позволило авторам обоснованно сделать неординарные для гидробиологической работы выводы о природе сообществ в зависимости от тонких особенностей их взаимодействия с гидродинамическими факторами. Показано, что обрастание свода водовода-туннеля ТЭЦ представляет собой «физически контролируемые сообщества», в то время как обрастание стенок и дна водовода – «биологически сбалансированные сообщества». Авторы демонстрируют гидродинамический портрет техногенного биотопа, что, безусловно, должно стать образцом исследований в области технической гидробиологии.

В разделе 2.3 рассмотрены состав и количественное распределение мейофауны сообществ обрастания. Авторы, и им, как знатокам морского обрастания, следует доверять, указывают, что эта часть обрастания практически остаётся неисследованной. Тем более ценна представленная информация.

Глава 3 посвящена исследованию сукцессионных процессов в техноэкосистеме. Большой раздел посвящён описанию фитопланктона в акваториях, прилежащих к водозабору ТЭЦ. Авторы приводят эти данные, поскольку «фитопланктон является наиболее чувствительным к загрязнению компонентом водных экосистем» (с. 121). Однако стоило бы отметить, что находящиеся в воде водоросли являются тем фондом, из которого формируется первичная водорослево-бактериальная плёнка на ещё не занятых субстратах, то есть планктон тесно связан с перифитоном. Сезонная динамика оседания микроводорослей перифитона рассмотрена в разделе

3.1.2.1. Для исследований сукцессионных процессов в перифитоне широко используется метод экспериментальных субстратов. Авторами эти исследования проведены в течение большого периода. Не совсем ясным и обоснованным выглядит выделение двух групп – «перифитон» и «эпибиоз». В целом, этот раздел книги даёт полное представление о гидробиологическом «фоне», на котором происходит развитие взаимодействия природных экосистем с техноэкосистемой.

Глава 4 посвящена рассмотрению биологических помех и биоповреждений в техноэкосистемах. Этот раздел книги представляет большой теоретический и практический интерес. В гидробиологической, во всяком случае, русскоязычной литературе до сих пор не было столь развёрнутого анализа данной проблемы. Концепция техноэкосистемы (Протасов и др., 2008) подробно проанализирована в этой главе и, что очень важно, адаптирована к морским техноэкосистемам. Предложены также принципы организации мониторинга биологических помех в морских техноэкосистемах.

Отдельный раздел посвящён обоснованию практических рекомендаций по предотвращению биологических помех и биоповреждений в техноэкосистеме Владивостокской ТЭЦ-2, а также прогнозу возможных биопомех в системах водоснабжения других предприятий, в частности, океанариума в заливе Петра Великого.

Большой интерес представляет глава 5, которая посвящена исследованию роли техноэкосистем в инвазийном процессе; приведено описание большого числа видов-вселенцев.

В заключении авторы подводят итог своим исследованиям, рассматривают достаточно подробно связь концепции природной и антропогенной экосистем, указывают на основные особенности последней.

Книга снабжена огромным дополнительным материалом в виде таблиц, списков видов и т.п.

В целом книга представляет собой важный шаг в развитии морской технической гидробиологии и, уверены, станет настольной книгой гидробиологов, которые проводят исследования морских, и не только морских, техноэкосистем.

**А. А. Протасов**

докт. биол. наук, проф., зав. лаб.  
(Института гидробиологии НАН Украины)