

теории принцип конкурентного исключения получил свое полное обоснование, выраженное максимой: у кого пороговая концентрация ниже, тот и победитель. Понятно, что в конкуренции  $n$  видов за общий ресурс победитель может быть только один – тот, у которого пороговая концентрация наименьшая. Это полностью подтверждает принцип конкурентного исключения Гаузе. В докладе будут рассмотрены следующие вопросы: (а) структура классической модели Вольтерры-Лотки, (б) действительно ли эксперименты Гаузе подтвердили классическую теорию?, (в) структура ресурсной теории конкуренции (графическая модель Дэйвида Тилмана), (г) подтверждение ресурсной теории в экспериментах Тилмана по конкуренции между видами диатомовых водорослей, (д) современные направления развития теории конкуренции.

**The theory of competition: from non-resource classic models to resource-based theory and its modern developments. L.V. Polishchuk.** The theory of competition is one of the great achievements of ecology in the 20th century. The following issues are going to be discussed: (a) the structure of the Volterra-Lotka classic competition model; (b) do the Gause experiments corroborate the classic model? (c) the structure of the resource-based competition theory (Tilman's graphical model); (d) Tilman's experiments with diatom algae to confirm the resource-based theory; (e) recent developments in the theory of competition.

## **СУКЦЕССИЯ ТЕХНОЭКОСИСТЕМЫ АЭС: 18 ЛЕТ НАБЛЮДЕНИЙ**

**А.А. Протасов, А.А. Силаева, Т.Н. Новоселова, Ю.Ф. Громова,  
И.А. Морозовская**

*Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев, Украина, labtech-hb@ukr.net*

Водную часть техноэкосистемы Хмельницкой АЭС (ХАЭС, мощность каждого из двух энергоблоков 1000 МВт) исследовали при функционировании одного (1998–2001 гг., I период сукцессии и исследований). Почти одновременно с введением второго энергоблока (2004 г.) произошло (2002–2003 гг.) вселение *Dreissena polymorpha* (II период, 2005–2010 гг.). Через 10 лет вселилась *D. bugensis* (III период, 2012–2015 гг.). Хмельницкая АЭС расположена в северо-западной части Украины, имеет водоем-охладитель (ВО) площадью около 20 км<sup>2</sup> и объемом около 120 млн. м<sup>3</sup>. Кроме ВО в состав техноэкосистемы входят подводящий и отводящий каналы, специальные технические водные объекты.

В I период фитопланктон был богат: 73–104 низших определяемых таксона (НОТ) из 8 отделов водорослей и достаточно обилен (10,3–92,9 млн. кл/дм<sup>3</sup>, 3,9–150,2 мг/дм<sup>3</sup>). Во II период отмечалось поступательное снижение видового богатства. С 2006 г. из состава фитопланктона последовательно выпадали Cryptophyta, Ochrophyta, Miozoa, Charophyta и Cyanobacteria. К осени 2008 г. в фитопланктоне насчитывалось всего 9 НОТ, количественные показатели снизились до 0,5 млн. кл/дм<sup>3</sup> и 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. С 2009 г. в обратной последовательности наблюдалось восстановление таксономического богатства. На современном этапе показатели развития фитопланктона находятся на уровне 2001 г.

Для развития зоопланктона были характерны значительные колебания. В I период количество НОТ было небольшим (около 40), показатели обилия составляли 97,0–172,2 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 1,7–6,0 г/м<sup>3</sup>, структура доминирования была нестабильной. В начале II этапа видовое богатство увеличилось (более 60 НОТ). В дальнейшем отмечено снижение видового богатства с минимальным значением (26) в сентябре 2008 г. Количественные показатели в течение II периода изменялись в пределах 1–2 порядков (19,9–360,8 тыс. экз/м<sup>3</sup>; 0,3–11,3 г/м<sup>3</sup>). В годы III периода уровень развития зоопланктона возрос.

Количество НОТ зообентоса в отдельные сезоны составляло 30–82. Вселение дрейссены определило возрастание видового богатства, увеличение численности – в 2,9 раза и биомассы – в 7,2 раза (в среднем за 2005–2010 гг.). Биомасса «мягкого» зообентоса была относительно стабильной (в среднем 8 г/м<sup>2</sup>), при этом максимальное развитие беспозвоночных отмечено в период стабилизации развития *D. polymorpha* в донной подсистеме (2008–2010 гг.), а не в период вспышки её численности (2005–2006 гг.). Структура доминирования определялась развитием личинок хирономид и олигохет. Появление *D. bugensis*, которая на второй год обитания в ВО стала преобладать по показателям обилия двух видов дрейссенид, не повлияло на общую тенденцию снижения таксономического богатства и показателей обилия зообентоса в III периоде. Характерной особенностью зообентоса ВО является высокий уровень его развития на «техногенных» участках» (подводящий канал, район выхода отводящего канала в ВО).

За период исследований в экосистеме наблюдалось явление контуризации, связанное с вселением и массовым развитием мощного фильтратора – дрейссены. Особую роль сыграли биотопы техногенной перифитали (бетонная облицовка плотины, подводящего канала). Запас дрейссены здесь составлял несколько тысяч тонн. Признаки этого процесса, например, значительное повышение прозрачности воды, были

отмечены уже на 2–3 год после вселения моллюска, существенные изменения в пелагической подсистеме были отмечены только на 5–6 год. Продукция нитчатых макроводорослей существенно возросла по сравнению с I периодом, разовый запас превышал 3000 т., что было больше в 70 раз. К моменту вселения второго вида дрейссенид популяция *D. polymorpha* находилась в состоянии стабилизации на низком уровне численности. Предположение о возможной вспышке численности *D. bugensis* в первый период после вселения её не подтвердилось. В планктонной подсистеме произошло снижение обилия.

Инвазивный процесс в техноэкосистеме происходил постоянно. За период исследований отмечено 13 видов гидробионтов-инвайдеров. Вселение дрейссены и, в меньшей степени *Najas marina*, привело к возникновению биопомех, массового развития достигла губка *Eunapius carteri*. Некоторые инвайдеры встречались непродолжительное время, другие натурализовались, но не достигали массового развития.

Таким образом, сукцессионные процессы в техноэкосистеме определяются не только техногенными, природными абиотическими, но и биотическими факторами. Результат влияния последнего отмечался со смещением во времени в несколько лет относительно пика развития дрейссены, причем в контурной и пелагической подсистемах эти временные отрезки были различными.

**The succession of NPP technoecosystem: 18 years of observations.**  
**A.A. Protasov, A.A. Sylaeva, T.N. Novoselova, Yu.F. Gromova, I.A. Morozovskaya.** Many years researches of Khmelnitsky NPP technoecosystem showed that for all groups of hydrobionts were characterized a sufficiently high level of development. Several stages of succession factors of which were a technogenic and biogenic impacts were established.