

УДК 574.22:591.128.1+574.24:(595.324+597)

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ОПТИМУМ ЭКТОТЕРМОВ. РАЗВИТИЕ СТАТИКО-ДИНАМИЧЕСКОГО ПОДХОДА

В. Б. Вербицкий

ИБВВ им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия, verb@ibiw.yaroslavl.ru

## ECOLOGICAL OPTIMUM OF ECTOTHERMS. DEVELOPMENT OF THE STATIC-DYNAMIC APPROACH

V. B. Verbitsky

Papanin Institute for the Biology of Inland Waters, RAS, Borok, Russia, verb@ibiw.yaroslavl.ru

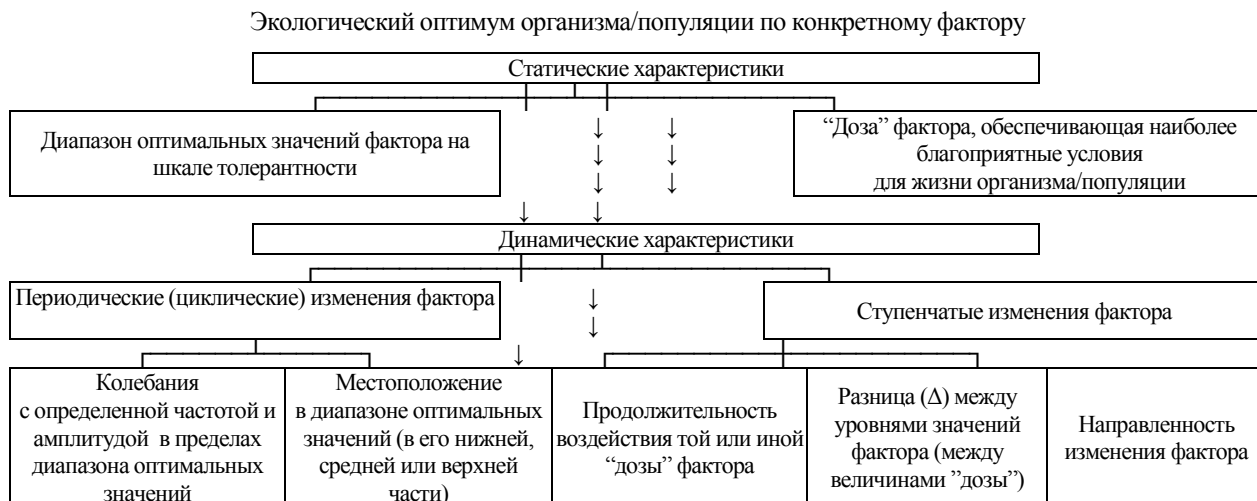
Понятие экологического оптимума, введенное в научный обиход еще в начале XX в. В. Шелфордом, практически в первоначальной формулировке используется в научной литературе до настоящего времени. В то же время, в экологии накоплено большое число полевых и экспериментальных данных, не вписывающихся в рамки классического определения оптимума. Давно уже очевидно, что для определения реального экологического оптимума организма или популяции, а тем более для создания оптимальных условий по конкретному фактору, недостаточно только определить диапазон оптимальных значений и поддерживать их в статическом или даже в колебательном режиме. На основании проведенных нами экспериментальных и полевых исследований, а также анализа большого числа литературных источников мы предлагаем для определения понятия экологического оптимума применить статико-динамический подход. Согласно ему мы разделяем понятие оптимум на "статический" оптимум и "динамический" оптимум, а также вводим понятие "эффектов последствия" (Схема).

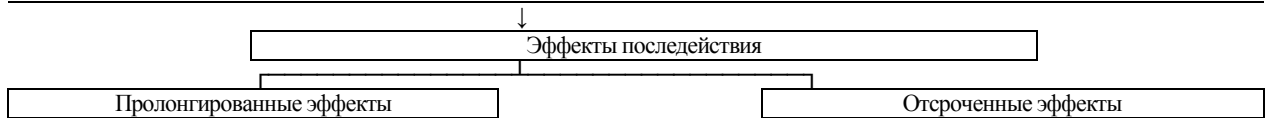
Статический оптимум включает диапазон оптимальных значений факторов на шкале толерантности и "дозу" каждого фактора, соответствующую потребностям организма/популяции и обеспечивающую наиболее благоприятные условия для его жизни.

Динамический оптимум включает набор конкретных значений факторов среды с описанием их динамических характеристик, описывающих оптимальные условия жизни организма в природных условиях или необходимых для создания таких условий. Это периодические или ступенчатые изменения фактора в пределах диапазона значений статического оптимума.

К динамическим характеристикам на сегодняшний день можно отнести оптимальные параметры периодических/циклических изменений (частота и амплитуда) фактора, с определением их местоположения в диапазоне оптимальных значений (в его нижней, средней или верхней части) и наличие или отсутствие стимулирующего влияния непериодических/ациклических (ступенчатых) изменений фактора, включая продолжительность воздействия той или иной "дозы" фактора (фиксированная длительность нахождения при том или ином его значении), с определенной разницей между значениями "дозы" (интервал между этими значениями), а также с определенной направленностью изменения фактора (порядок чередования повышенных и пониженных значений).

Кроме того, при определении экологического оптимума необходимо учитывать наличие и характер эффектов, которые можно назвать вторичными и к которым мы можем отнести эффекты последствия (или инерционные эффекты), когда пребывание организма/популяции при оптимальных значениях фактора положительно сказывается (проявляется) через некоторое время после начала или даже окончания воздействия (на протяжении жизни этой же или последующих генераций). Эффекты последствия в свою очередь можно разделить на пролонгированные и отсроченные.





*Пролонгированные эффекты.* Когда пребывание организма или популяции при оптимальных значениях фактора положительно сказывается (проявляется) через некоторое время после начала воздействия и продолжается некоторое время после выхода этих значений за границы оптимума. Хорошо изучено и описано на примере роли суммы температур для развития насекомых и растений. В наших исследованиях проявлялось при изучении воздействия разных температурных режимов на динамику численности популяций *Cladocera* (Вербицкий и др., 2001, 2009 а, б). В основе подобных эффектов лежит механизм кумулятивного, или накопительного, действия фактора.

*Отсроченные эффекты.* Когда пребывание организма или популяции при оптимальных значениях фактора положительно сказывается (проявляется) не во время воздействия фактора, а через некоторое время после его окончания. Пребывание при определенном значении фактора включает (запускает) механизм перехода на оптимальный уровень обмена веществ и энергии. Причем время пребывания организма/популяции при указанном значении может быть непродолжительным (минимальным) с последующим возвращением на предыдущий уровень (к предыдущим значениям) или на другой уровень.

Для выяснения механизмов отсроченных эффектов требуются дальнейшие исследования, так как в их основе могут лежать механизмы как кумулятивного или сигнального воздействия (не линейная зависимость между временем воздействия и величиной эффекта), так и комбинированные воздействия. Так, например, причиной отсрочки начала роста численности популяций *Cladocera* через некоторое время после внесения в воду фосфора (Вербицкий, 2008; Вербицкий, Вербицкая, 2007) может быть как опосредованное действие через первичное стимулирование роста численности бактерий и фитопланктона, являющихся пищевыми объектами для ветвистоусых ракообразных, так и прямое действие на организм последних, описанное для некоторых видов рядом авторов (DeMott, Gulati, 1999; Schulz, Sterner, 1999), хотя и без объяснения механизма этого явления. Пример сигнального воздействия в наших исследованиях – влияние лазерного облучения на плодовитость *Daphnia pulex* Leydig, 1860 (Вербицкий, Вербицкая, 2007).

На наш взгляд, применение статико-динамического подхода к определению понятия экологического оптимума может не только дать определенный стимул к дальнейшему развитию общей теории экологического оптимума, но также способствовать развитию аква- и марикультуры в части проведения работ по введению в культуру новых видов и оптимизации режимов культивирования гидробионтов.