

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ЮЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**



# **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И АКВАКУЛЬТУРЫ БАССЕЙНОВ ЮЖНЫХ МОРЕЙ РОССИИ**

**Материалы Международной научной конференции  
г. Ростов-на-Дону  
1–3 октября 2014 г.**

**Ростов-на-Дону  
Издательство ЮНЦ РАН  
2014**

**ФУНКЦИОНАЛЬНО-ИЕРАРХИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
ОРГАНИЗАЦИИ ПАРАЗИТАРНОЙ СИСТЕМЫ ПАРАЗИТА-  
ГЕНЕРАЛИСТА НЕМАТОДЫ *HYSTEROThYLACIUM ADUNCUM*  
(NEMATODA: ASCARIDATA) В ГИДРОБИОЦЕНОЗАХ КРЫМА**

*А.В. Завьялов, Е.Н. Скуратовская*

**FUNCTIONAL-HIERARCHICAL FEATURES OF PARASITIC SYSTEM  
ORGANIZATION OF PARASITE-GENERALIST NEMATODE  
*HYSTEROThYLACIUM ADUNCUM* (NEMATODA: ASCARIDATA)  
CRIMEAN IN HYDROBIOCENOSIS**

*A.V. Zav'yalov, E.N. Skuratovskaya*

*Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, Севастополь, Россия  
andrej-zavyalov@yandex.ru*

---

В настоящее время, на фоне интенсивного роста народонаселения, роль марикультуры в обеспечении продуктами питания существенно возрастает. Однако значительные трудности для марикультуры создают экто- и эндопаразиты. Проблемы, связанные с эктопаразитами, на современном этапе развития практически решены, в то же время вопрос бактериального инфицирования, наносящего серьезный экологический ущерб, остается открытым [5].

Переносчиками бактериальной инфекции рыб как в природе, так и в марикультуре являются эндопаразиты. Одним из наиболее распространенных эндопаразитов является нематода *Hysterothylacium aduncum* (Nematoda: Ascaridata). Нематода-генералист поражает большинство гидробионтов мирового океана, в том числе рыб, имеющих промысловое значение. В то же время, вопросы, касающиеся структуры и функционирования данного паразита в конкретно взятом биоценозе, представляют несомненный интерес как для паразитологии, так и для марикультуры [5].

Целью настоящей работы является анализ паразитарной системы (ПС) паразита-генералиста в конкретных экологических условиях с использованием двух аспектов морфофункционального подхода (мета- и параструктура) и на основании результатов анализа построение концептуальной модели ПС в формате взаимодействия подсистем (популяционно-ценотический уровень) во времени и пространстве на ценотическом уровне.

Структурной единицей в метаструктуре паразитарной системы *H. aduncum* являются «узнаваемые» соактанты (гемипопуляции паразита и соответствующие им популяции хозяев определённого вида) [4], которые в границах каждой морфофункциональной фазы (МФФ) жизненного цикла (ЖЦ) образуют популяционные комплексы узнаваемых соактантов за счёт взаимодействия гемипопуляций нематоды с метаксенными хозяевами (хозяева разных видов в определённой МФФ). Множество таких комплексов формирует в структурной иерархии ПС функциональные единицы метаструктуры – метаксенные функциональные комплексы

популяций. Функционирование метаструктуры при реализации ЖЦ *H. aduncum* (чередовании МФФ) у берегов Крыма осуществляется за счёт взаимодействия десяти метаксенных функциональных комплексов популяций по всей водной толще (пелагиаль и бенталь), что определяет стратегию ЖЦ в конкретном биоценозе (рис. 1).

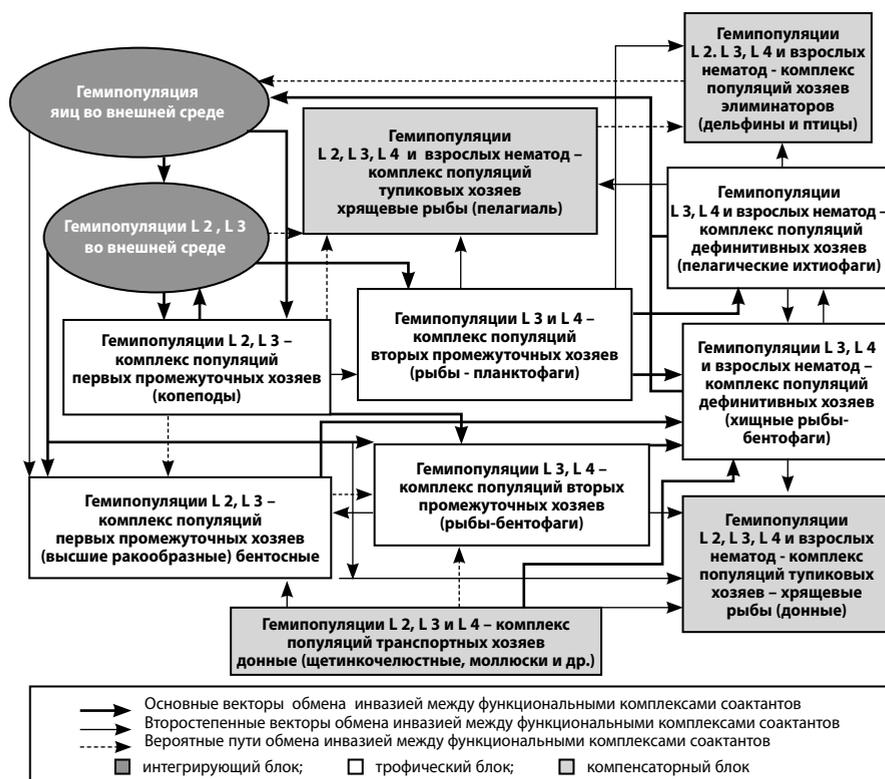


Рис. 1. Пространственно-функциональная организация метаструктуры ПС *H. aduncum* у берегов Крыма

Это взаимодействие выражается в динамичном единстве трёх функциональных блоков как метаструктуры, так и всей ПС – «блок-интегрирующий систему» (гемипопуляции яиц и личинок нематоды во внешней среде), «трофический блок» (гемипопуляции нематоды – популяционные комплексы хозяев (первый промежуточный, второй промежуточный и окончательный)), «компенсаторный блок» (гемипопуляции нематоды – популяции паратенических, тупиковых и элиминативных хозяев). Метаструктура *H. aduncum* у берегов Крыма состоит из основных и второстепенных метаэлементов. К основным метаэлементам относятся метаксенные функциональные комплексы популяций трофического блока, а также блока, интегрирующего систему. К второстепенным метаэлементам относятся метаксенные функциональные комплексы популяций, формирующие компенсаторный блок.

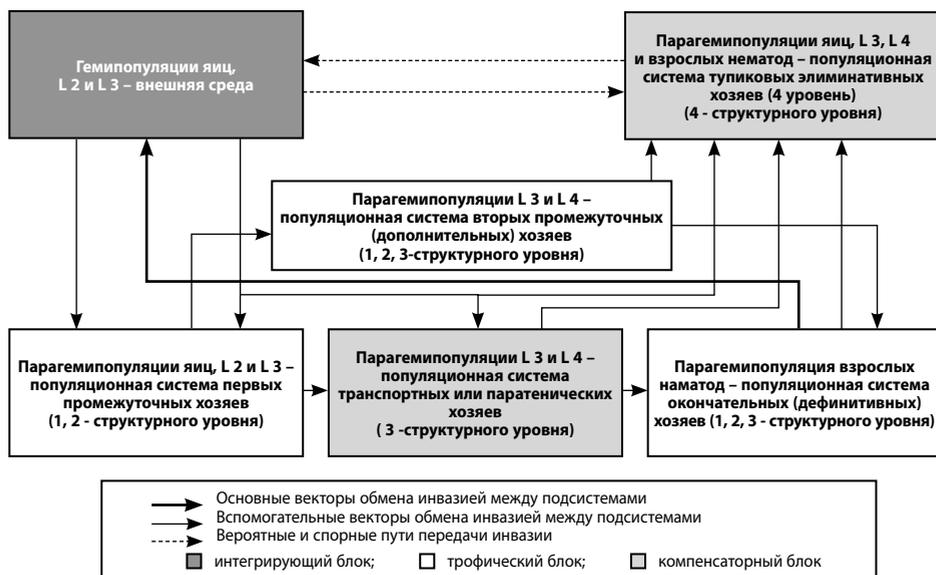
Нематода *H. aduncum* характеризуется широкой «хозяйинной» специфичностью, то есть особи многочисленных видов хозяев могут обеспечить развитие, размножение, переживание одной и той же фазой группировки паразитов. При этом гемипопуляция паразита взаимодействует сразу со многими популяциями хозяев разных видов – это параксенные хозяева одной стадии (МФФ) ЖЦ [2]. Многообразие параксенных хозяев в рамках каждой МФФ в ЖЦ образует параструктуру ПС. На популяционном уровне взаимодействие гемипопуляции паразита и множества параксенных хозяев определяется степенью специфичности паразита к хозяину и особенностями структуры и динамики популяции хозяина. Но традиционное в паразитологии понятие специфичности не отражает всего многообразия иерархии отношений паразита и его хозяев. По мнению А.И. Грановича необходима разработка нового понятия, аналогичного специфичности, но на популяционном уровне [2]. Такая разработка нашла своё отражение в работах Ч.М. Нигматулина [3]. По мнению автора реализация ЖЦ может осуществляться на разных структурных уровнях популяционных группировок хозяев, отнесение к которым возможно по степени заражённости хозяев с учётом численности их популяций [3]. Учитывая данный подход, при анализе параструктуры ПС нематоды в нашей работе черноморские хозяева *H. aduncum* были распределены по четырём структурным уровням.

Выше мы рассмотрели ПС одного вида фонового паразита в формате ЖЦ, углубившись в такие явления, как метаксения и параксения и встали перед необходимостью отразить в модели ПС взаимодействие подсистем, образующих ПС во всей сложности «коакционного» комплекса системы. Каждая подсистема на определённом этапе ЖЦ во времени и пространстве занимает определённую субнишу [1]. Следовательно, каждая подсистема должна обладать определёнными признаками. Ряд таких признаков ПС был обоснованно предложен в 1994 году: «1) своеобразии «жизненной формы» паразита; 2) своеобразии среды обитания первого порядка; 3) своеобразии среды второго порядка; 4) своеобразии функциональной роли и преобладании той или иной стратегии; 5) соответствии строго определённой пространственно-временной субнише» [1].

В связи с выше изложенным, на рисунке 2 представлена схема взаимодействующих подсистем ПС *H. aduncum* в Чёрном море, которая является чрезвычайно разветвленной и сложной, с многовариантными путями достижения разнообразных окончательных хозяев.

В её структуре нами были выделены следующие основные подсистемы, образованные как функциональными комплексами парагемипопуляций паразита, комплексами популяций параксенных хозяев разного структурного уровня, так и свободноживущими гемипопуляциями паразита: 1. Гемипопуляции яиц, L2, и L3 – внешняя среда (морская вода), 2. Парагемипопуляции яиц, L2 и L3 – популяционная система первых промежуточных хозяев; 3. Парагемипопуляции L3 и L4 – популяционная система вторых промежуточных хозяев; 4. Парагемипопуляции L2, L3 и L4 – популяционная система паратенических хозяев; 5. Парагемипопуляции яиц, L2, L3, L4 и взрослых нематод – популяционная система тупиковых (элиминатив-

ных) хозяев; 6. Парагемипопуляции L3, L4 и взрослых нематод – популяционная система окончательных (дефинитивных) хозяев. При этом популяционные системы параксенных хозяев будут представлены многочисленными видами хозяев паразита различных структурных уровней, составляющих функциональную основу той или иной подсистемы.



**Рис. 2.** Взаимодействие подсистем в ПС *N. aduncum* при чередовании МФФ в биоценозе у берегов Крыма интегрирующий блок; трофический блок; компенсаторный блок

Таким образом, на основании анализа структуру и динамики функционирования морской инвазионной паразитарной системы нематоды *N. aduncum* в условиях морских биоценозов крымского побережья были сделаны следующие выводы:

1. ПС нематоды *N. aduncum* в экологических условиях крымского побережья имеет сложную иерархическую структуру, образованную шестью взаимодействующими во времени и пространстве подсистемами, которые включают в себя основные и второстепенные элементы мета- и параструктуры. Эти элементы образуют три функциональных блока ПС – интегрирующий, трофический и компенсаторный.

2. Основной структурно-функциональной единицей в популяционной иерархии ПС *N. aduncum* в крымских морских биоценозах является комплекс «узнаваемых» соактантов, состоящий из гемипопуляций паразита и популяции хозяина определённого вида. Множество взаимодействующих комплексов узнаваемых соактантов объединяются в функциональные метаксенные комплексы популяций и образуют метаструктуру ПС.

3. Метаструктура ПС *N. aduncum* слагается по всей водной толще из десяти взаимодействующих основных и второстепенных функциональных метаксенных

комплексов (метаэлементов), образованных гемипопуляциями паразита и соответствующих им в определённых МФФ комплексах популяций хозяев (первого, второго промежуточного, транспортного (резервуарного), окончательного и тупикового хозяев), а так же гемипопуляций яиц и личинок во внешней среде.

4. Параструктура ПС *H. aduncum* в каждой МФФ образована функциональными параксенными комплексами соактантов, включающими в себя, парагемипопуляции нематоды и соответствующие им комплексы хозяев различных структурных уровней. Функциональная значимость комплексов узнаваемых соактантов в параструктуре ПС определяется структурным уровнем хозяина.

#### Список использованной литературы

1. Добровольский А.А., Евланов И.А., Шульман С.С. Паразитарные системы: анализ структуры и стратегии, определяющие их устойчивость // Экологическая паразитология. 1994. Кольский научный центр АН СССР, Петрозаводск. С. 5–45.
2. Гранович А.И. Паразитарная система как отражение структуры популяции паразитов: концепция и термины // Труды Зоологического института РАН. 2009. Т. 313. № 3. С. 329–337.
3. Нигматулин Ч.М. Попытка синтеза основных экологических понятий // VII съезд Гидробиологического общества РАН, 14–20 окт. 1996 г. Казань: материалы съезда. Казань, 1996. Т. 1. С. 137–139.
4. Пашкин А.В., Параева О. М., Сергеева Е.В. и др. Домашние животные и возбудители заразных болезней – соактанты инфекционных и инвазионных паразитарных систем // Ветеринарная медицина домашних животных: сб. статей. Вып 4. Казань, 2007. С. 133–136.
5. Yoshinaga T. New record of third-stage larvae of *Hysterothylacium aduncum* (Nematoda: Anisakidae) in a freshwater lake in Hokkaido, Japan / T. Yoshinaga, K. Ogawa, H. Wakabayashi // Bull. Jpn. Soc. Fish. Oceanogr. 1987. Vol. 53. № 1. P. 63–65.