

НОВОСТИ МОРФОЛОГИИ НЕМАТОД: ФОЛЛИКУЛЯРНЫЙ ООГЕНЕЗ И АУТОТОМИЯ?

Юшин Владимир Владимирович, Мириам Клайс, Вим Берт



Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, г. Владивосток

Гентский университет, г. Гент, Бельгия



Vladimir V. Yushin¹, Myriam Claeys² & Wim Bert²

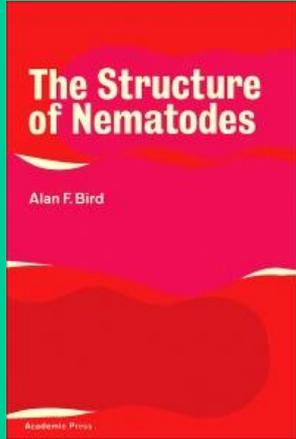
¹ A.V. Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology, FEB RAS, Vladivostok Russia;

² Nematology Unit, Department of Biology, Ghent University, Ghent, Belgium.

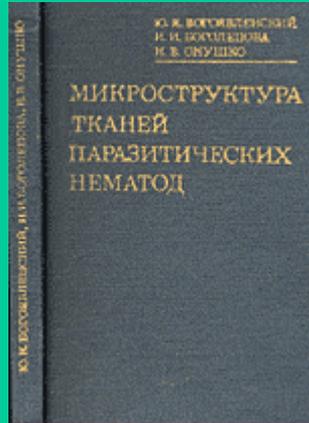


Всероссийская конференция
Морская биология в 21 веке:
биология развития, молекулярная и клеточная биология, биотехнология морских организмов
(памяти академика Владимира Леонидовича Касьянова)
г. Владивосток, 12-15 сентября 2023 г.

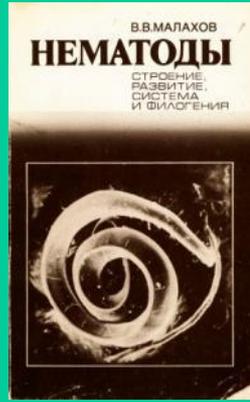
Книги по ультраструктуре нематод



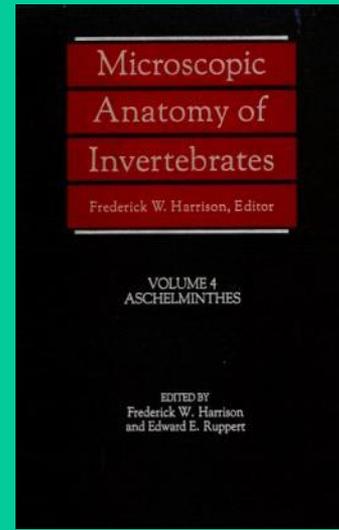
1971



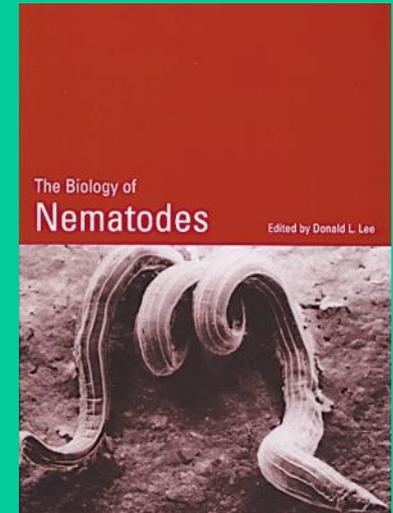
1982



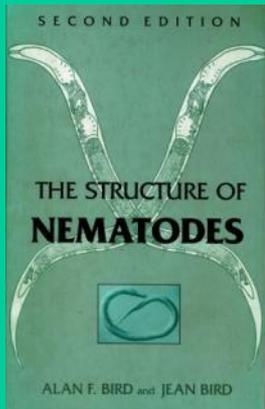
1986



1991



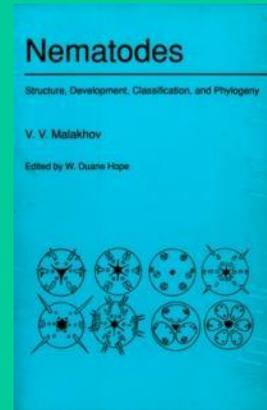
2002



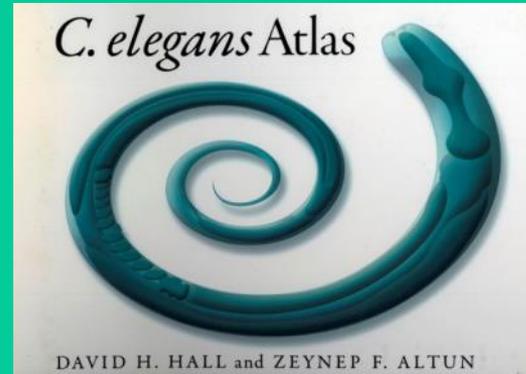
1991



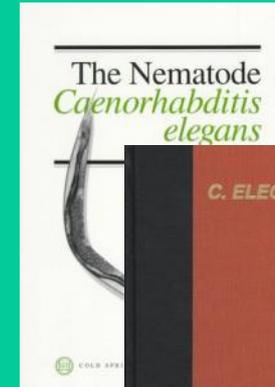
1998



1994



2008



1988
1996

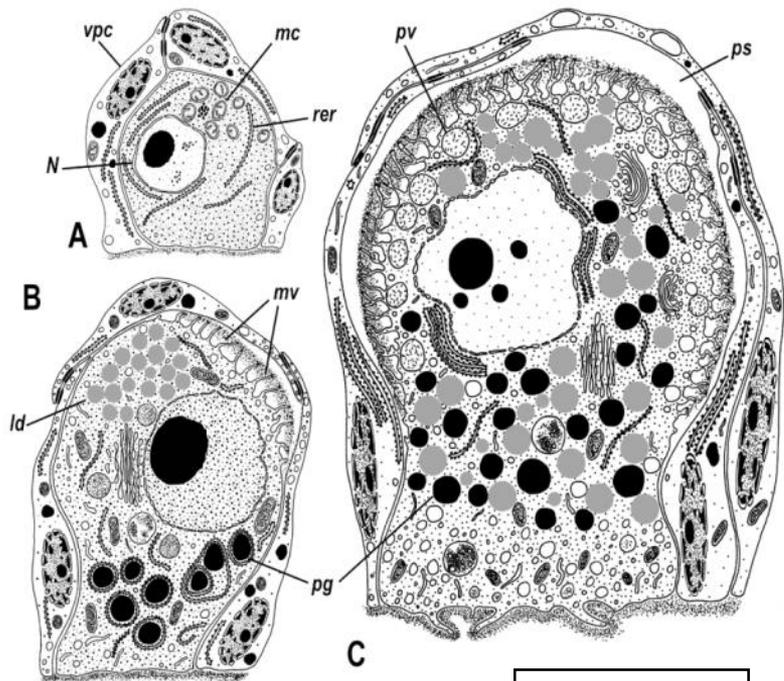


Фолликулярный оогенез у свободноживущих морских нематод отряда Monhysterida

Фолликулярный оогенез распространён чрезвычайно широко, он известен у большинства беспозвоночных – **Polychaeta, Copepoda, Insecta, Phoronida, Bryozoa, Brachiopoda, Hemichordata, Chaetognatha, Ascidiacea, Cephalochordata** и в целом может рассматриваться как анцестральный способ взаимоотношений половых и соматических клеток Bilateria в целом.

У морских нематод ооциты развиваются вне связей со вспомогательными клетками внутри простой эпителиальной или миоэпителиальной трубки. Такое состояние называют **солитарным типом оогенеза**.

Phoronopsis harmeri (Phoronida). Scheme of oocytes developing in a phollicle.



Temereva *et al.*, 2005.

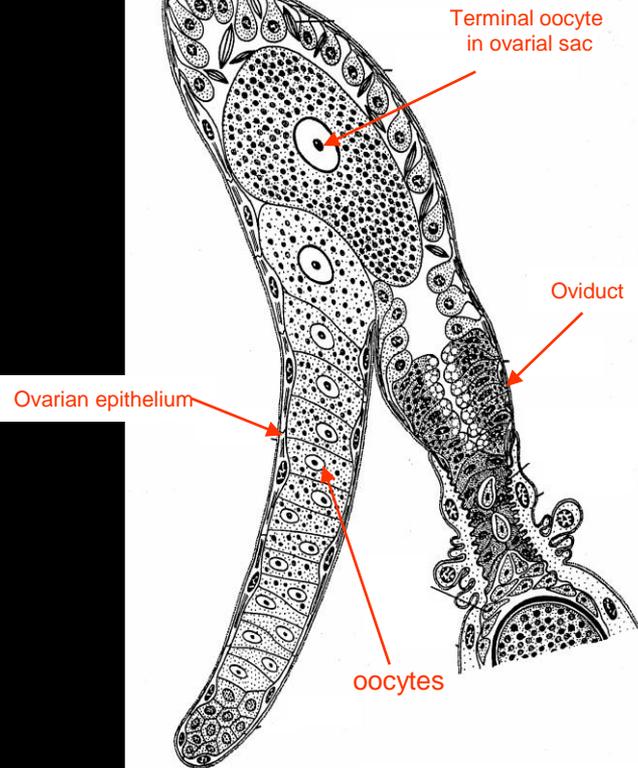
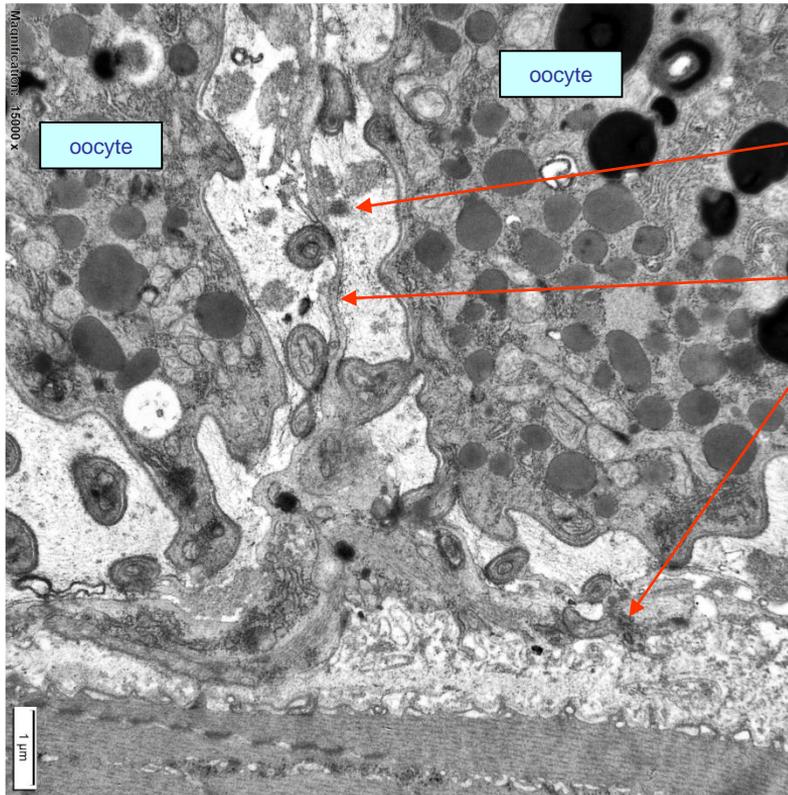
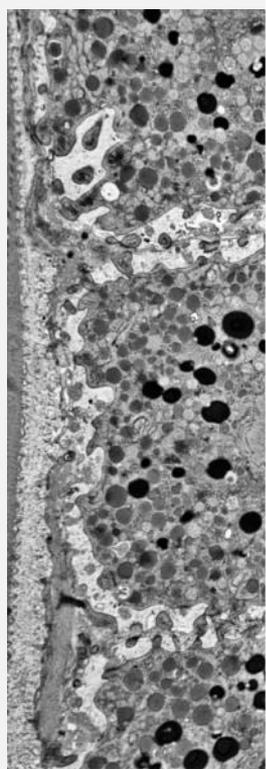


Схема яичника нематоды *Enoplus brevis*

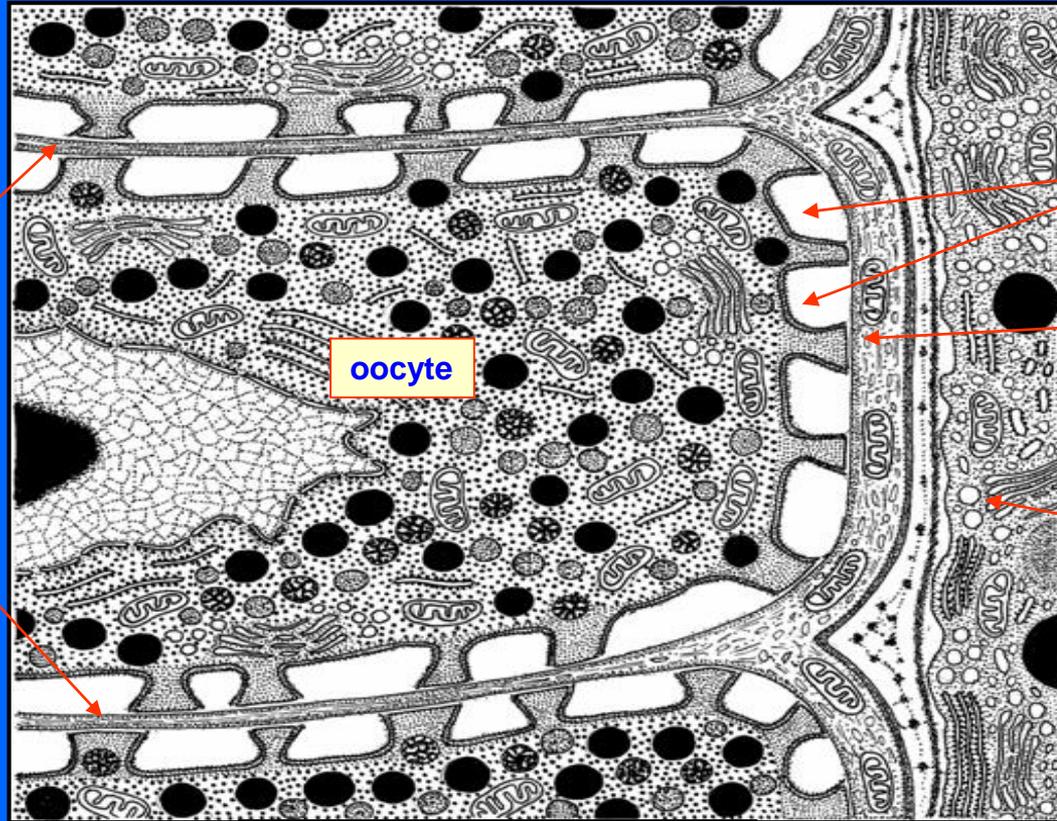
Солитарный оогенез, как и многое другое в морфологии нематод, может быть эволюционным упрощением обычного **фолликулярного**, характерного для многих древних групп беспозвоночных. Может ли быть так, что у предков нематод ооциты также развивались в **фолликулах**, которые были утрачены как морфологическое состояние в специфической эволюции этого типа?

Существует ли пресловутая «промежуточная группа» нематод, у которых в яичниках развиты отношения ооцит-эпителий по типу **фолликула**. Такая группа была найдена – морские нематоды из отряда Monhysterida.

Исследования яичников свободноживущей морской нематоды *Daptonema kornøense* (Monhysterida, Sphaerolaimoidea, Xyalidae) показали, что в них формируются настоящие фолликулы.



Морфология взаимоотношений вителлогенных ооцитов и эпителия яичников соответствует настоящему **фолликулу**, в котором каждый ооцит окружен периооцитным пространством и располагается внутри отдельного эпителиального мешка – **фолликула**.



ovarian epithelium

oocyte

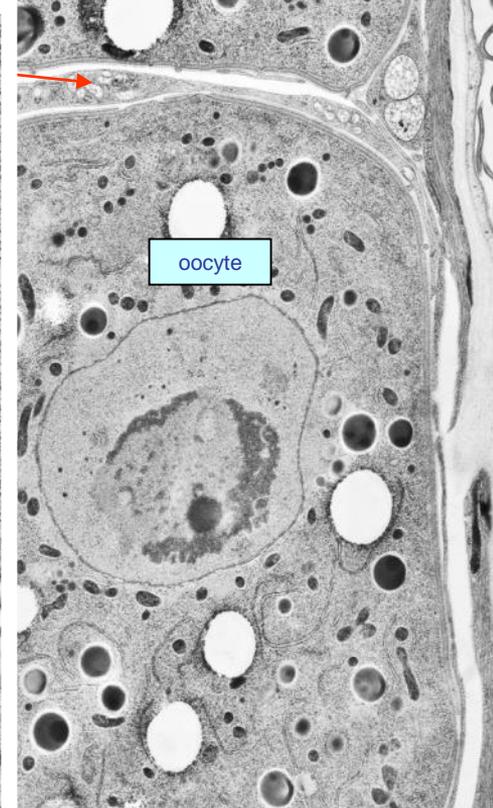
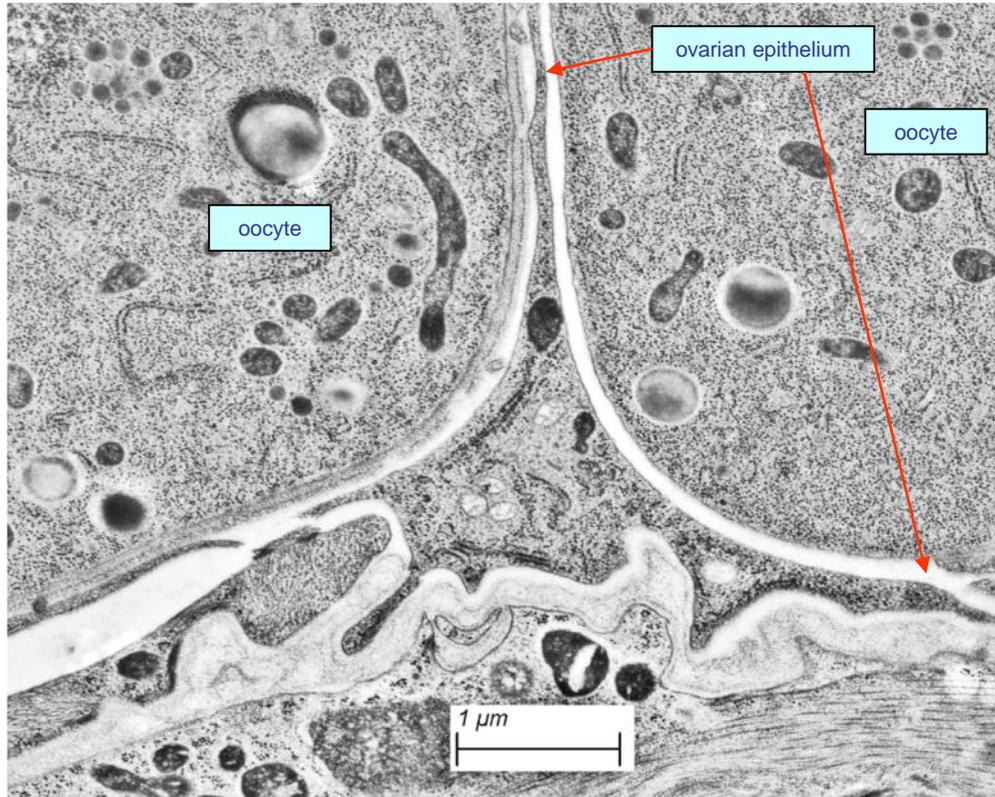
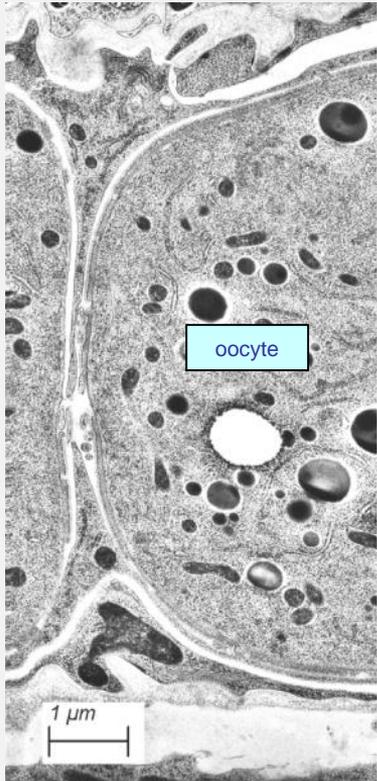
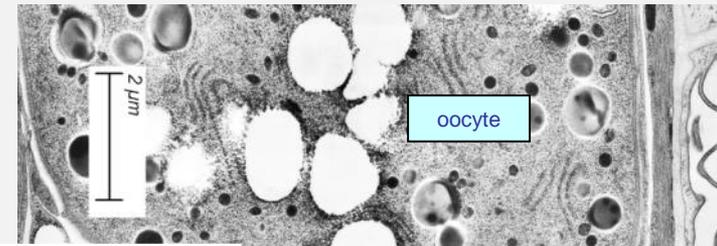
perioocytic space

ovarian epithelium

intestine

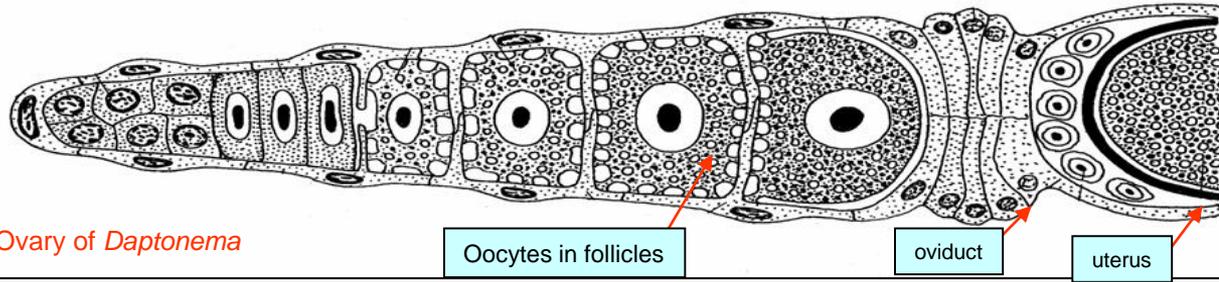
Follicles in *Daptonema* (Monhysterida)

Были исследованы яичники нематоды *Diplolaimelloides meyli* представителя другого семейства монхистерид – Monhysteridae. В яичниках также были обнаружены **фолликулы** – в которых каждый вителлогенный ооцит окружён отростками эпителиальных клеток яичника и находится в своём индивидуальном фолликуле. В отличие от *D. kornoense*, фолликулы устроены предельно просто, периооцитное пространство узкое, а ооцит не формирует микроворсинок или подобных выростов.



❶ С точки зрения морфологии никаких сомнений в определении оогенеза у монхистерид *Daptonema* и *Diplolaimelloides* как **фолликулярного** нет. У этих видов каждый вителлогенный ооцит находится в настоящем замкнутом **фолликуле**, образованном эпителиальными клетками яичника.

❸ **Фолликулярный оогенез**, древнейшая особенность билатерий, сохранился у монхистерид как отражение анцестрального состояния.



❷ **Фолликулы** обнаружены у представителей двух семейств монхистерид, т.е. эта неожиданная для нематод морфологическая организация яичников может быть характерной для подотряда монхистерид Monhysterina, многие таксоны которого рассматриваются как базальные в филогении класса нематод Chromadorea.

Monhysterida



ИТОГ

1 **Фолликулярный оогенез монхистерид** подтверждает базальное положение этой группы в филогении нематод класса Chromadorea

2 Древние нематоды имели **фолликулярный оогенез**, характерный для многих Metazoa, т.е. **солитарный оогенез** – вторичное упрощение, произошедшее в эволюции.

Аутотомия у морских нематод?

ТОМ LXX АРХИВ АНАТОМИИ, ГИСТОЛОГИИ И ЭМБРИОЛОГИИ № 3
ЛЕНИНГРАД 1976

УДК 591.169-084.1 : 631.467

Г. П. Короткова и Л. А. Агафонова
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ
СПОСОБНОСТЕЙ НЕМАТОДЫ
PANTONEMA VULGARIS (BASTIAN, 1865)

Кафедра эмбриологии (зав.— засл. деятель науки проф. Б. П. Токин)
Ленинградского гос. университета им. А. А. Жданова

Экспериментально-морфологическое исследование восстановительных способностей нематоды *Pantonema vulgaris* (Bastian, 1865). Короткова Г. П. и Агафонова Л. А. Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, 1976, 70, 3, 90—98.

Worm-stars and half-worms

Novel dangers and novel defense

Jonathan Hodgkin*, Laura C Clark, and Maria J Gravato-Nobre
Department of Biochemistry; University of Oxford; Oxford, UK

Ma et al. *Cell Regeneration* (2021) 10:5
<https://doi.org/10.1186/s13619-020-00067-z>

Cell Regeneration 

REVIEW

Open Access

From wound response to repair – lessons from *C. elegans*

Yicong Ma^{1†}, Jing Xie^{1†}, Chandra Sugliarto Wijaya² and Suhong Xu^{1,2*}



Article

Nematode Autotomy Requires Molting and Entails Tissue Healing without Obvious Regeneration

Jonathan Hodgkin

Hodgkin J. Nematode Autotomy Requires Molting and Entails Tissue Healing without Obvious Regeneration. *Journal of Developmental Biology*. 2019; 7(4):21.
[АУТОТОМИЯ НЕМАТОД ТРЕБУЕТ ЛИНЬКИ И ВЛЕЧЕТ ЗА СОБОЙ ЗАЖИВЛЕНИЕ ТКАНЕЙ БЕЗ ЯВНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ](#)

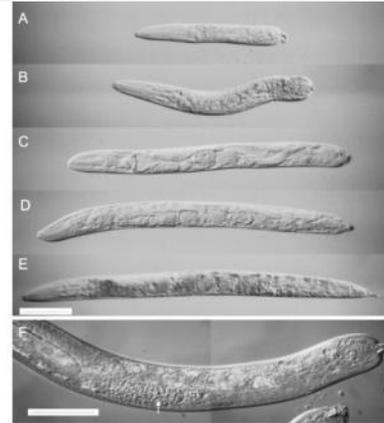


Figure 4. Adult autotomy. (A–E) Automated adult hermaphrodites. Scale bar 100 microns. (F) Autotomized adult male; note mature spermatis (short arrow) and spicule remnants at the site of truncation (long arrow).

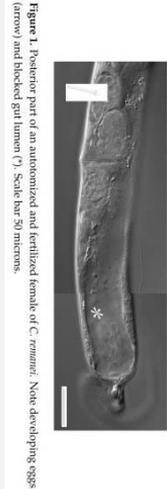
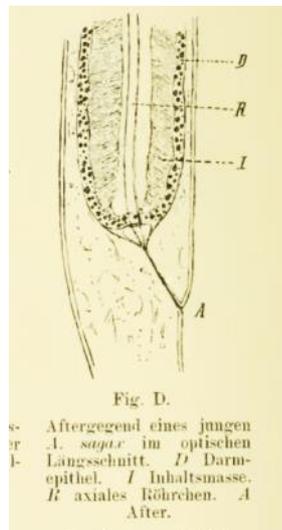
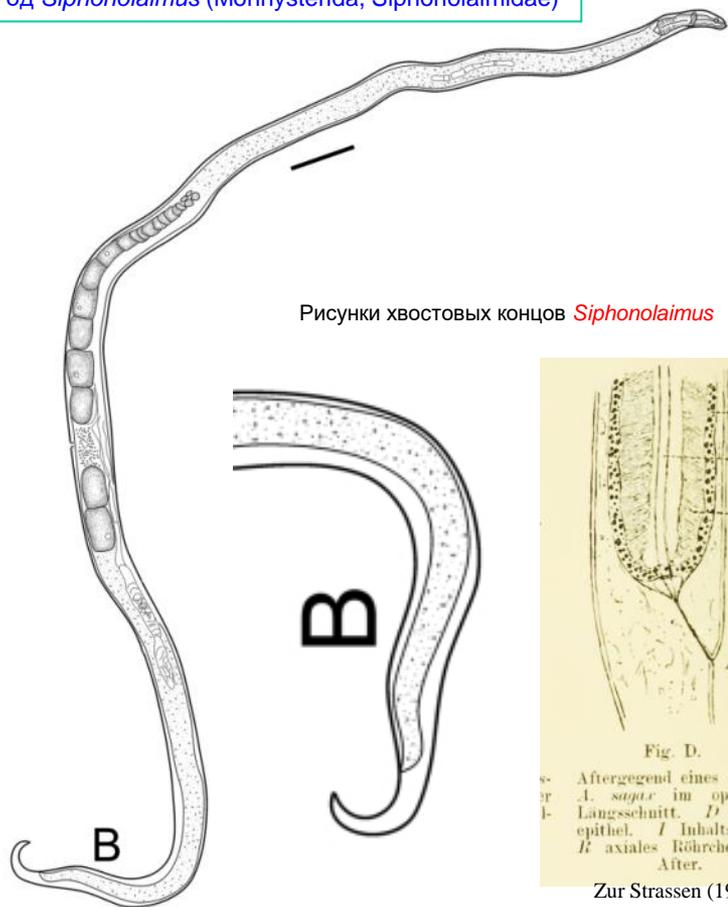


Figure 1. Posterior part of an autotomized and fertilized female of *C. elegans*. Note developing eggs (arrow) and blooded gut lumen (*). Scale bar 50 microns.

Род *Siphonolaimus* (Monhysterida, Siphonolaimidae)



Zur Strassen (1904)



Siphonolaimus japonicus Zograf, Trebukhova et Pavlyuk, 2015

Нормальные хвостовые концы самок

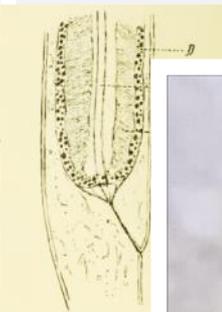


Fig. D.
Afterside eines
I. *Siphonolaimus* im
Längsschnitt. D
epithel. I Inhalt
K axiales Löhrröh-
rchen.
Aiter.

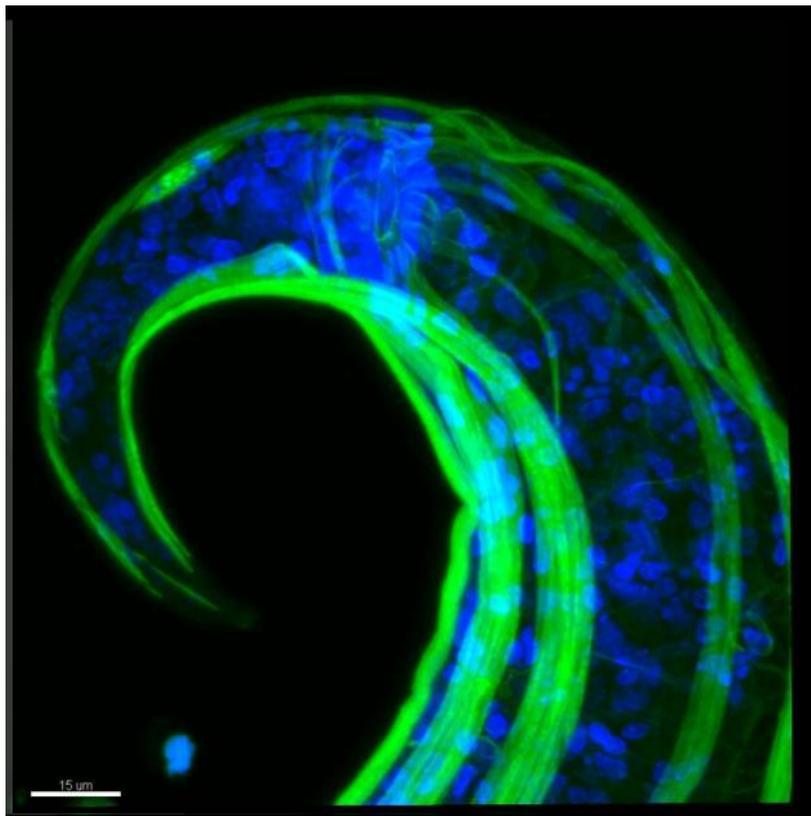
Siphonolaimus
хвостового кон
Zur Strasser



живший хвостовой
конец самки

Конфокальная лазерная сканирующая микроскопия (фото Е.Е. Воронежской, ИБР РАН)
Зеленый – актин (мышцы), синий - ядра

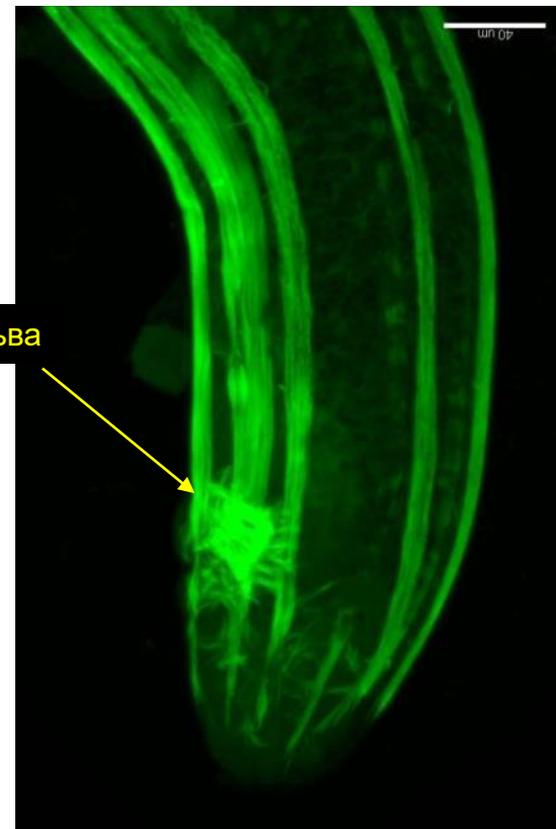
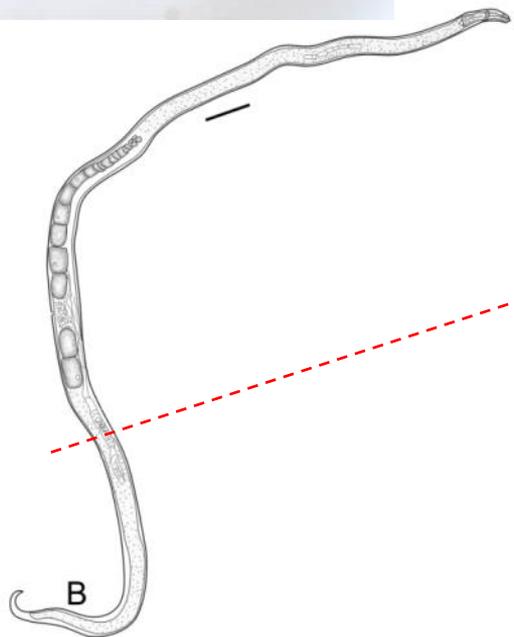
Нормальный хвостовой конец самки



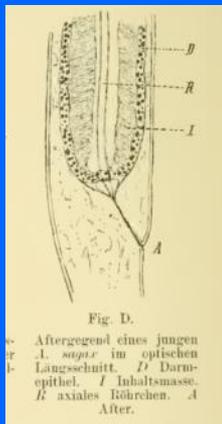
Заживший хвостовой конец самки



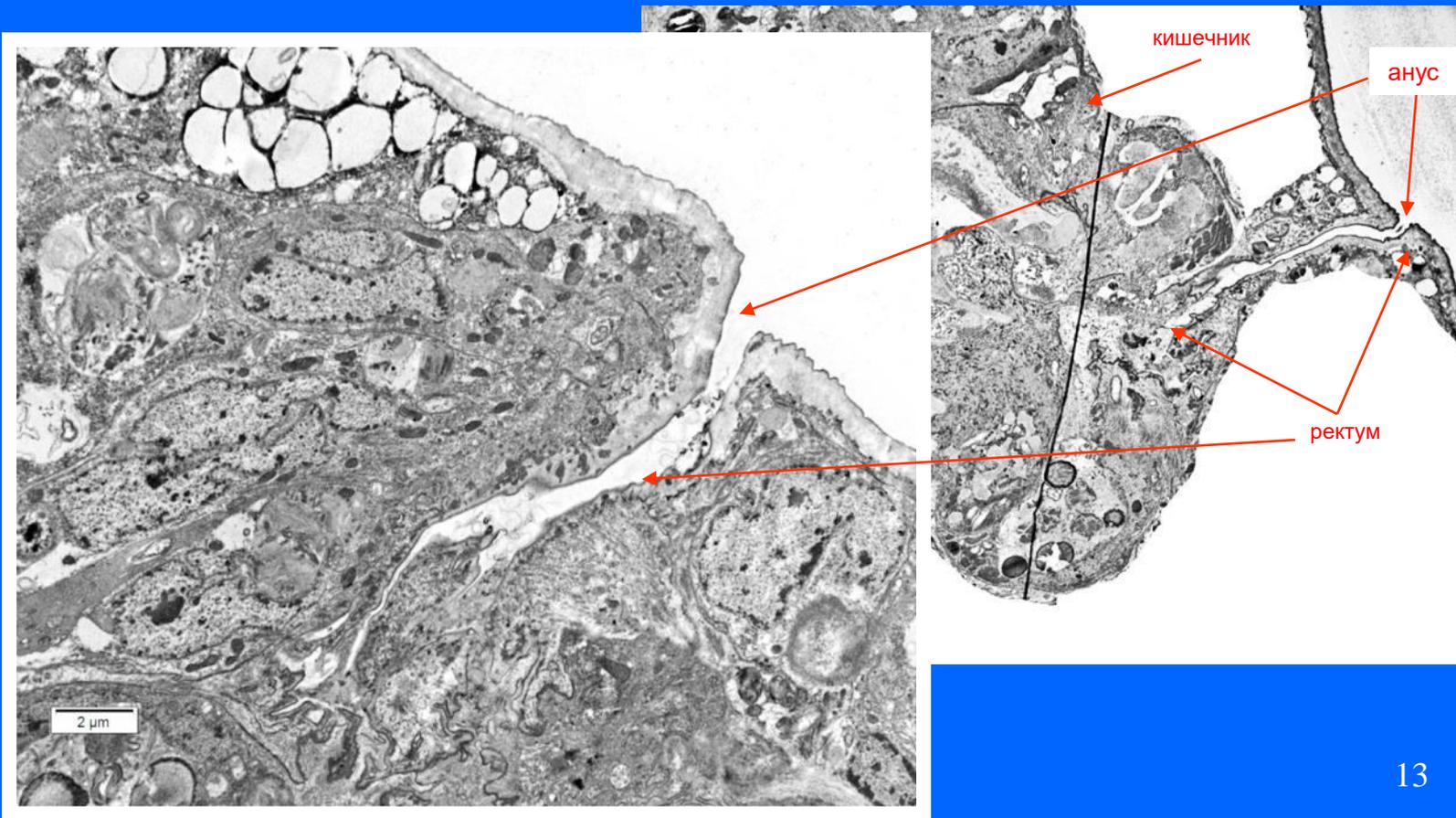
Конфокальная лазерная сканирующая микроскопия (фото Е.Е. Воронежской, ИБР РАН)
Зеленый – актин (мышцы)



Нормальный хвостовой конец самки

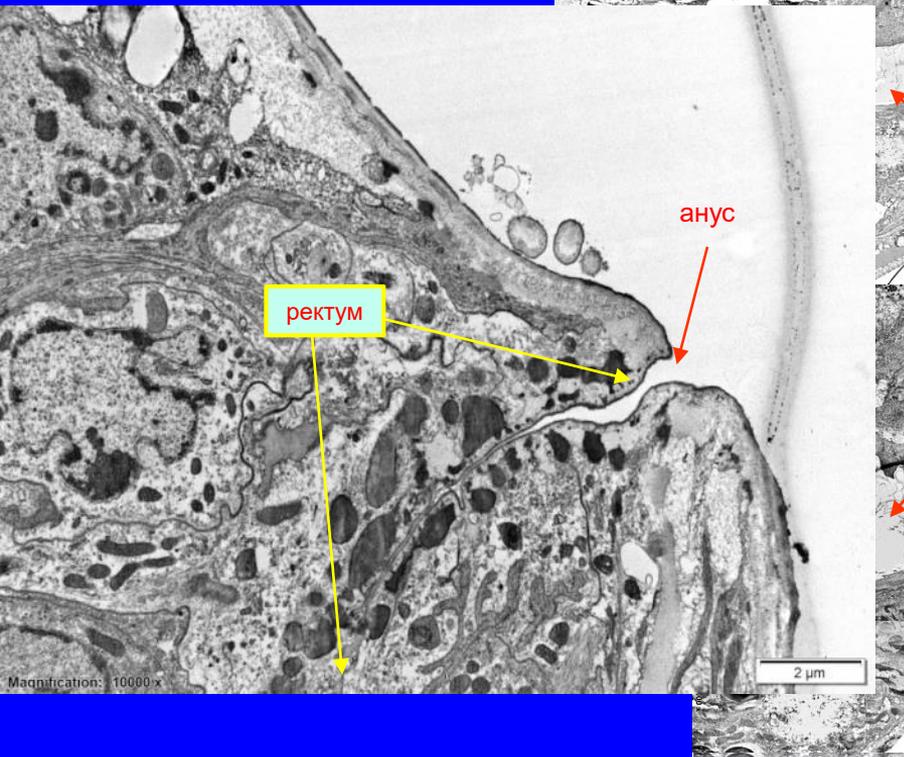
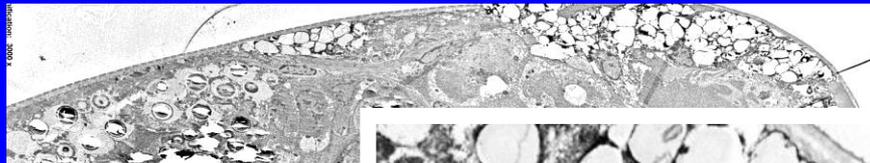


Siphonolaimus, рисунок хвостового конца самки (Zur Strassen 1904)

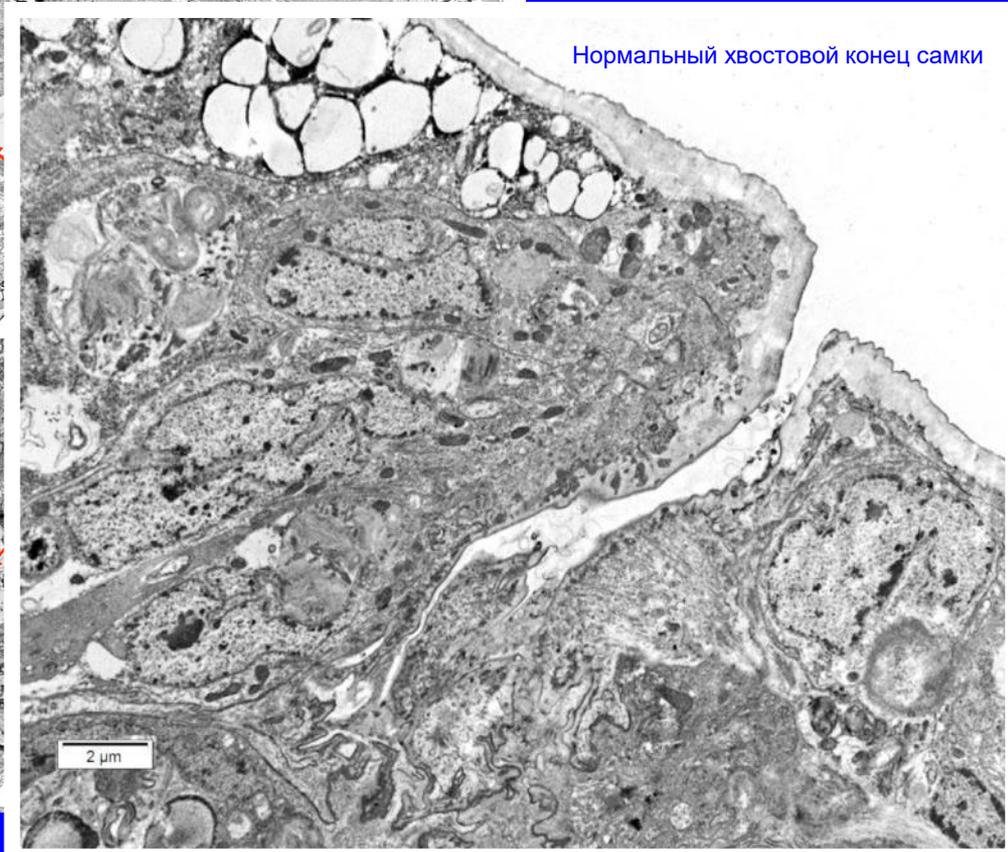


TEM

Заживший хвостовой конец самки



Нормальный хвостовой конец самки



Итог

Заживление раны после потери задней части тела животного (аутомии?) нематод удивляет и поднимает множество вопросов о задействованных механизмах.

- Что является причиной появления в популяции «укороченных» животных? Хищники, бытовые травмы, аутомия?
- Насколько распространено это явление среди нематод?
- Какие процессы заживления раны позволяют животному пережить массивную травму и после этого восстановить нормальную жизнедеятельность вплоть до пищеварения и размножения?
- Связаны ли с процессами заживления какие-нибудь механизмы регенерации?
- Задействованы ли известные сигнальные пути развития, связанные с заживлением ран, регенерацией и аутоимией?

Thank you for attention!



Lecturer: Vladimir Yushin



Myriam Claeys, Vladimir V. Yushin & Wim Bert

Благодарности

Проф. А.В. Чесунов, МГУ:
консультации по таксономии и биологии
нематод рода *Siphonolaimus*

Е.Е. Воронежская, ИБР РАН:
исследования с помощью конфокальной
лазерной сканирующей микроскопии