

ЛАБОРАТОРИЯ ЭМБРИОЛОГИИ



Заведующий лабораторией – член-корреспондент РАН **Юшин Владимир Владимирович**, возглавляет лабораторию с 2003 г. Морской биолог, зоолог. Область научных интересов – микроскопическая анатомия, сравнительная эмбриология, биология развития нематод и других беспозвоночных.

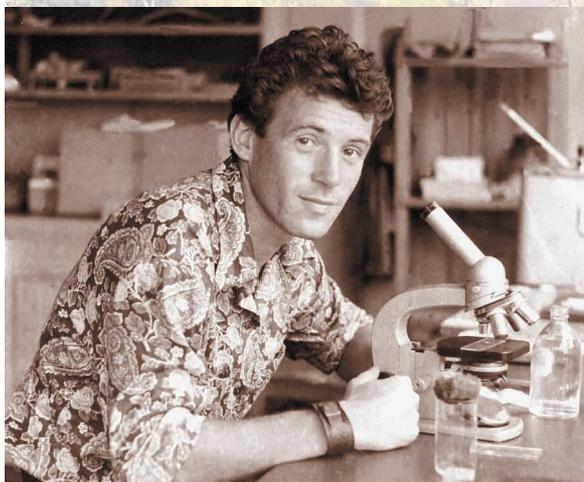
Количество сотрудников – 23, из них научных – 22, в том числе докторов наук – 5, кандидатов наук – 15.

Основал Лабораторию эмбриологии в 1973 г. д.б.н., академик **Владимир Леонидович Касьянов** (1940–2005), известный российский ученый, специалист в области репродуктивной стратегии морских беспозвоночных на всех уровнях биологической организации морских беспозвоночных от клетки до организма, от популяций до видов и сообществ.

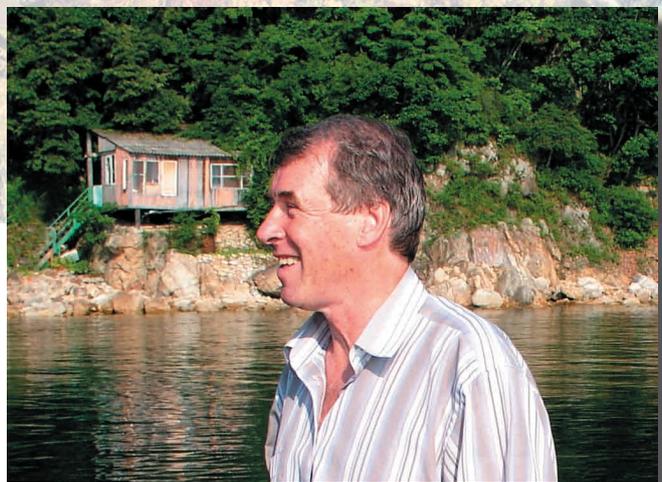
Первым этапом работы лаборатории в 1970-е гг. было масштабное исследование размножения массовых видов морских моллюсков и иглокожих Японского моря. Монография, обобщившая результаты этих исследований, стала основой современных знаний о сроках размножения хозяйственно важных и доминирующих видов. Следующим этапом изучения репродуктивных циклов морских моллюсков и иглокожих стало детальное описание развития, строения личинок и метаморфоза.



В.В. Юшин



В.Л. Касьянов за работой в лабораторном бараче на МБС «Восток», 1971 г.



В.Л. Касьянов на судне «Импульс» у МБС «Восток», 2004 г.

В монографиях В.Л. Касьянова рассмотрены вопросы становления и дифференцировки пола, полового диморфизма, гаметогенеза, строения гамет, раннего развития двустворчатых моллюсков и иглокожих. Подробно описаны строение и адаптации к пелагическому существованию планктотрофных личинок. Дан анализ энергетики размножения, плодовитости, описано оседание личинок и пополнение ими популяции. Рассмотрены генетические аспекты репродуктивных стратегий, приуроченность планктотрофных стратегов к определенным районам обитания. Приведена сравнительная характеристика планктотрофной и лецитотрофной стратегий.



ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

- Исследования фундаментальных закономерностей размножения и развития морских организмов, в том числе массовых и хозяйственно важных, разнообразными методами – от гистологических, ультраструктурных и цитохимических до иммунохимических и молекулярно-биологических, от подводных работ до культивирования клеток и компьютерного моделирования. Объектами исследований служит обширный круг водных организмов: водоросли, губки, кишечноротовые, плоские черви, немуртины, нематоды, полихеты, моллюски, ракообразные, иглокожие, щупальцевые, полухордовые и хордовые животные.
- Исследования половых и стволовых клеток, гаметогенеза, половых детерминантов; сравнительная и эволюционная эмбриология морских организмов; изучение личиночного развития и метаморфоза морских беспозвоночных; экология размножения и развития; изучение нелинейных процессов и самоорганизации в морфогенезе организмов и их клеточных систем.



Сотрудники лаборатории. Слева направо: нижний ряд – к.б.н. Л.А. Глизунца, к.б.н. О.М. Корн, член-корр. РАН В.В. Юшин, В.Н. Радашевская; средний ряд – к.б.н. В.А. Куликова, к.б.н. Е.С. Корниенко, к.б.н. А.В. Калачев; верхний ряд – к.б.н. Ю.А. Каретин, к.б.н. В.В. Винникова, к.б.н. К.Г. Колбин

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Впервые получено морфологическое доказательство митохондриального происхождения структурного материала половых детерминантов. Ультраструктурные данные свидетельствуют о преобразовании матрикса и крист внутренней мембраны митохондрий сперматогенных клеток морского ежа в специфический гранулярно-фибрилярный материал детерминантов линии половых клеток. Эти результаты согласуются с молекулярно-биологическими данными о присутствии в половых детерминантах митохондриальной рибосомной 16S РНК.

2. Впервые показана возможность использования данных по строению и развитию спермиев для анализа филогении и систематики нематод и определены специфические цитологические признаки для такого анализа. Предложена новая система подклассов класса Nematoda, основанная на особенностях организации спермиев и сперматогенеза. Разработанные критерии успешно используются для исследования филогении морских и паразитических нематод.

3. При анализе организации многоклеточных животных на уровне клеток и тканей – на примерах нейронов мозга рыб, агрегирующих *in vitro* клеток, гистоваскулярной системы медузы, дыхательной системы личинок поденок, интерны колониальных корнеголовых ракообразных – впервые выявлены квазифрактальные паттерны исследованных систем и обнаружены закономерности морфогенеза, общие для биологического и небиологического формообразования. Выявлен сценарий перехода от порядка к хаосу в морфологии ветвящихся эпителиальных каналов, с нарастанием неупорядоченности по мере прохождения последовательных шагов дихотомического ветвления (бифуркаций); построены имитационные компьютерные модели квазифрактальной самоорганизации клеток; показаны топологические ограничения биологического морфогенеза.

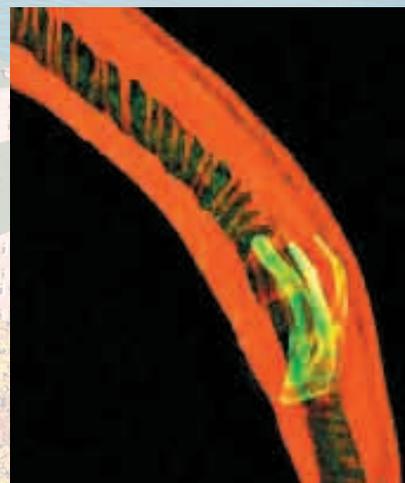
4. Показано, что универсальный механизм реализации программы стволовых клеток на поддержание как тотипотентности, так и репродукции собственной клеточной линии определяется герминальными детерминантами (гранулами половой, или зародышевой плазмы), в формирование которых вовлечены продукты генов как ядерной, так и митохондриальной ДНК.

5. Показана самоорганизация клеток в упорядоченные надклеточные паттерны в клеточных культурах. Установлены топологические закономерности, включающие связь локальных и глобальных аспектов биологического морфогенеза.

6. Опубликован «Атлас-определитель личинок массовых видов усоногих раков (Cirripedia, Thoracica) прибрежных морей России».



Ювенильный (SEM) (вверху) и взрослый (внизу) черный морской еж *Strongylocentrotus nudus*



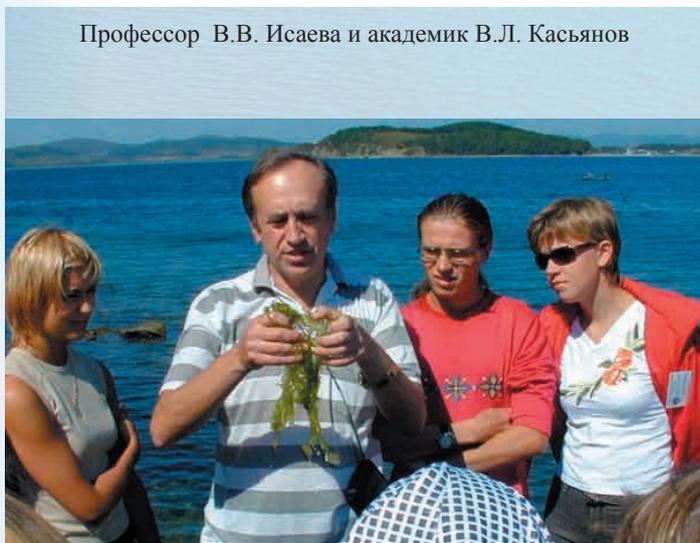
Морская нематода *Paracyatholaimus pugettensis* (лазерная конфокальная микроскопия)



Усоногий рак *Balanus rostratus*



Профессор В.В. Исаева и академик В.Л. Касьянов



Профессор А.Л. Дроздов проводит гидробиологическую экскурсию для студентов



Профессор А.А. Реунов в окружении кандидатов биологических наук, защитившихся под его руководством.
Слева направо: Я.Н. Александрова, С.Ю. Незнанова, О.В. Юрченко, А.В. Калачев

7. Обнаружен эволюционный консерватизм морфофункциональной организации стволовых резервных клеток, обеспечивающих бесполое и половое размножение представителей пяти типов беспозвоночных животных: губок, книдарий, плоских червей, колониальных корнеголовых ракообразных и асцидий. Показано, что самообновляющийся резерв стволовых клеток – основа репродуктивной стратегии, включающей половое и бесполое размножение.

8. Результаты сравнительного изучения гаметогенеза, морфологии гамет, процессов оплодотворения и ранних этапов развития зиготы у многоклеточных животных показали, что общий план строения спермиев во многом определяется условиями, при которых происходит встреча гамет.

9. На основе большого объема оригинальных и литературных данных обоснована концепция эволюции сперматогенных клеток многоклеточных животных, согласно которой жгутиковость является первичным признаком. Показано, что в эволюции многих таксонов многоклеточных животных происходил переход от предкового «жгутикового» сперматогенеза к «специализированному» сперматогенезу, при котором сперматогенные клетки теряют сходство с первичной жгутиковой клеткой. На примере беспозвоночных и позвоночных животных проведен анализ трансформации примитивных сперматозоидов во всё многообразие мужских гамет современных многоклеточных животных.

10. Впервые исследован феномен полиморфизма сперматозоидов у круглых червей – нематод. Показано, что в эволюции диморфизм мужских гамет возникает независимо как у свободноживущих, так и паразитических групп, при этом биологический смысл диморфизма уникален в каждом случае. Он может обеспечивать резкое увеличение числа сперматозоидов, служить для формирования конгломератов диморфных сперматозоидов

(сперматоцейгм), повышающих эффективность осеменения, а может также объясняться внутривидовой борьбой самцов за перенос собственного генетического материала в яйцеклетки. В этом случае в семенниках формируются специализированные сперматозоиды-убийцы, назначение которых – уничтожить сперматозоиды другого самца.

11. Показано, что низкая концентрация фенола оказывает комплексное повреждающее воздействие на ультраструктуру половых клеток морских ежей. Одновременно обнаруживаются признаки дисфункции вспомогательных клеток при общем снижении репродуктивной способности. Рекомендовано снижение мировых норм ПДК фенола для водоемов.

12. На примере костистых рыб и иглокожих показано, что процесс посленерестовой резорбции в семенниках может осуществляться как соматическими вспомогательными клетками вместе с целомоцитами, так и посредством «самораспада» остаточных гамет без участия соматических клеток, при этом у морских ежей обнаружена способность фагоцитов к избирательной резорбции.

13. Обобщены данные исследований бесполого размножения корнеголовых ракообразных, обладающих колониальной организацией, уникальной не только для ракообразных и всего типа членистоногих, но и всей ветви Ecdysozoa билатеральных многоклеточных животных. Впервые показано, что колониальная организация корнеголовых ракообразных возникает путем почкования эпителиального трубковидного столона, внутри которого располагаются недифференцированные стволовые клетки, дающие начало как соматическим, так и половым клеткам бластозооидов.

14. Показано, что стволовые клетки многоклеточных животных обладают эволюционным консерватизмом субклеточных и молекулярных основ тотипотентности и потенциального бессмертия, а стволовые клетки колониальных животных (корнеголовых ракообразных, гидроидных полипов и асцидий) имеют одинаковую морфофункциональную организацию и являются клеточной основой репродуктивной стратегии с реализацией как полового, так и бесполого размножения.

15. С помощью иммунохимических и электронно-микроскопических методов детально изучено строение нервной системы личинки полухордовых животных – торнарии, которая занимает центральное положение в эволюционных построениях по филогении вторичноротых животных. Показано, что по распределению нейронов, продуцирующих нейромедиаторы серотонин и FMRFамид, а также по деталям ультраструктуры нервная система торнарии принципиально отличается от нервной системы личинок иглокожих.



Плоский морской еж
Scaphechinus griseus



Трепанг *Apostichopus japonicus*



Колониальное корнеголовое ракообразное *Peltogasterella gracilis*



Долиолярия – личинка трепанга

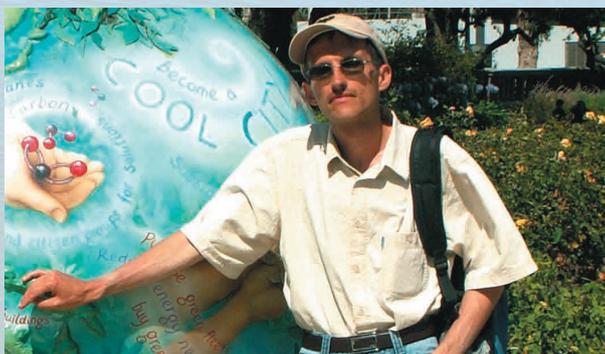


Десятиногий рак *Pisoides bidentatus*

16. Впервые для российских вод Японского моря детально исследованы личинки двух массовых групп меропланктона – десятиногих и усоногих ракообразных. Разработан оригинальный дихотомический ключ для определения личинок крабов, в том числе промысловых видов, приведены определительные ключи как для науплиальных, так и для циприсовидных стадий, оседающих на антропогенные субстраты.

17. Проведено уникальное исследование строения всех систем органов немертин с помощью электронной и лазерной конфокальной микроскопии. Разработана новая система крупных таксонов (отрядов и семейств) этих червей на основе новых, ранее не использованных признаков. Осуществлена

реконструкция предполагаемых эволюционных преобразований мускулатуры стенки тела и внутренних органов, хобота, кровеносной и пищеварительной систем, а также органов чувств. Установлены возможные филогенетические связи между отрядами немертин. Исследование нейrogenеза личинок немертин позволило подтвердить принадлежность этого типа к группе Lophotrochozoa.



д.б.н. А.В. Чернышев



Немертина *Cerebratulus marginatus*



Группа фотоидентификации:
к.б.н. Ю.М. Яковлев и О.Ю. Тюрнева

18. Впервые обобщены данные по экологии и образу жизни западного серого кита, занесенного в международную «Красную книгу», из уникальной сахалинской популяции. Создан каталог 135 известных особей, идентифицированных с 2002 г. с помощью метода фотоидентификации.



Хвостовой плавник серого кита *Eschrichtius gibbosus*



За электронным микроскопом
к.б.н. Л.А. Глизнуца



В экспедиции во Вьетнаме
к.б.н. С.Ш. Даутов



В экспедиции в Охотском море
к.б.н. А.В. Калачев



В лаборатории к.б.н. В.И. Радашевский



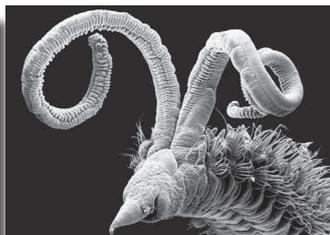
В виварии член-корр. РАН В.В. Юшин

Лаборатория проводит совместные исследования с коллегами:

- Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (сравнительная анатомия и эмбриология нематод, трохофорных животных и форонид);
- Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва (размножение и жизненные циклы паразитических нематод);
- Зоологического института РАН, Санкт-Петербург (таксономия и морфология немертин и нематод);
- Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, Москва (нейрогенез двусторчатых моллюсков и немертин);
- Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Южно-Сахалинск (меропланктон Японского и Охотского морей);
- Института экологии и биологических ресурсов Вьетнамской академии наук и технологий, Ханой (биоразнообразие и размножение морских нематод);
- Гентского университета (Ghent University), Бельгия (морфогенез нематод);
- Федерального университета штата Парана (Universidade Federal do Parana), Куритиба, Бразилия (биоразнообразие, размножение и личиночное развитие полихет).



Паратомия
полихеты спионида
Pygospio sp. (SEM)



Полихета спионида
Scolelepis sp. (SEM)



Личиночная раковина
брюхоногого моллюска
Ammonicera vladivostokensis
(SEM)



Личинки-велигеры
брюхоногого
моллюска
Cerberilla mosslandica

За годы существования лаборатории сотрудниками защищены 6 докторских и 25 кандидатских диссертаций, присвоены звания академика (1) члена-корреспондента РАН (1), профессора (4) и доцента (1). Опубликовано 28 монографий (2 из которых переведены на английский язык и опубликованы за рубежом) и более 700 статей в рецензируемых журналах. Получено 26 грантов РФФИ, 5 грантов Министерства образования и науки РФ, премия, медаль и 2 именных стипендии немецкого фонда им. Альфреда Тёпфера (Alfred Toepfer Stiftung F.V.S.), 2 премии издательства МАИК «Наука/Интерпериодика» за лучшие публикации, 3 именных гранта Фонда содействия отечественной науке в области естественных и гуманитарных наук в номинациях «Лучшие аспиранты РАН» и «Лучшие кандидаты и доктора РАН», Президентская именная стипендия для аспирантов в области естественных и гуманитарных наук.

