

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА
КАФЕДРА ЭКОЛОГИИ, БИОЛОГИИ И ГЕОГРАФИИ

ОТЧЕТ
ПО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ
ПО ПОЛУЧЕНИЮ НАВЫКОВ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Студент
гр. БПО2-23-БГ1

Е.И.Голоскова

Руководители:
канд. биол. наук,
доцент

Н.В.Иваненко



Владивосток 2025

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВВГУ»)
ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА
КАФЕДРА ЭКОЛОГИИ, БИОЛОГИИ И ГЕОГРАФИИ

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ
на учебную практику по получению навыков исследовательской работы

Студенту: гр. БПО2-23-БГ1

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки). Направленность (профиль) Биология и география

Место прохождения практики: кафедра экологии, биологии и географии ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет»

Сроки прохождения практики: с «07» июля 2025 г. по «26» июля 2025 г.

Задание 1. Определить цели и задачи практики(УК-1).

Задание 2. Изучить структуру научно-исследовательской работы, выделить объект и предмет, определить методы решения поставленных задач, в т.ч. современные информационные технологии(УК-1, ОПК-9).

Задание 3. Выполнить теоретическую и практическую части работы в соответствии с целями и задачами практики (ОПК-9, УК-1).

Задание 4. Представить основные результаты работы в форме отчета по практике (УК-1).

Примерная структура отчета по практике:

Введение: определить цель и задачи практики, объект и предмет, основные методы, используемые в настоящей работе для решения поставленных задач

1 Обзор и список литературы для отчета по практике

Сбор фактического и аналитического материала. Анализ литературных источников по выбранной проблеме:

1. Изучить видовой состав форонид.
2. Выяснить особенности строения форонид.
3. Рассмотреть ареал обитания форонид в Приморском крае.

2 Разработать урок по теме: «Форониды Приморского края»:

Подготовить краткое описание полученных результатов по каждому пункту задания, при необходимости представить результаты в виде таблиц и/или диаграмм, графиков.

По каждой главе сформулировать выводы. При написании работы использовать научный стиль изложения

Заключение: сделать выводы о достижении поставленных целей и задач в ходе практики.

Список использованных источников (не менее 20-ти позиций): составить список литературы с использованием профессиональных баз данных и профессиональных Интернет-ресурсов.

Оформление должно соответствовать СК-СТО-ТР-04-1.005-2015 «Требования к оформлению выпускных квалификационных работ, курсовых работ (проектов), рефератов, контрольных работ, отчетов по практикам, лабораторным работам».

«07» июля 2025 г.

Руководитель практики
канд. биол. наук, доцент



Н.В. Иваненко

Задание получил:



Е. И. Голоскова



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВВГУ»)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА
КАФЕДРА ЭКОЛОГИИ, БИОЛОГИИ И ГЕОГРАФИИ

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН-ГРАФИК
учебной практики по получению навыков исследовательской работы

Студент Голоскова Евгения Игоревна группы БПО2-23-БГ1

Срок прохождения практики с «07» июля 2025 г. по «26» июля 2025 г.

Содержание выполняемых работ	Сроки исполнения		Заключение и оценка руководителя практики	Подпись руководителя практики
	начало	окончание		
1	2	3	4	5
Постановка целей и задач практики. Характеристика объекта, предмета и методов исследования	07.07.2025	09.07.2025	о.п.	б
Подбор литературы и анализ литературных данных	10.07.2025	14.07.2025	о.п.	б
Разработка педагогических решений в соответствии с целями и задачами практики.	15.07.2025	18.07.2025	о.п.	б
Формулировка выводов, написание заключения	19.07.2025	22.07.2025	о.п.	б
Формирование отчета и оформление согласно стандартам, подготовка презентации	23.07.2025	24.07.2025	о.п.	б
Защита отчета	25.07.2025	26.07.2025	о.п.	б

Студент-практикант

Голоскова Евгения Игоревна

Фамилия Имя Отчество

подпись

Руководитель практики

Иваненко Наталья Владимировна

Фамилия Имя Отчество

подпись



Содержание

Введение.....	3
1 Форониды (Phoronida) Приморского края»	5
1.1 Общая характеристика таксона	5
1.2 Классификация Phoronida и филогенетические отношения	6
1.3 Особенности строения форонид (Phoronida)	8
1.4 Особенности строения функциональных систем организма форонид	10
1.4.1 Нервная система	10
1.4.2 Пищеварительная система.....	11
1.4.3 Кровеносная система	12
1.4.4 Строение половой система и размножение	13
1.5 Форониды (Phoronida) Японского моря.....	13
2 Разработка урока по теме: «Форониды (Phoronida) Приморского края»	27
2.1 Структура урока	27
2.2 Объяснение нового материала.....	28
2.2.1 Общая характеристика форонид.....	28
2.2.2 Видовой состав форонид Приморского края.....	29
2.3 Выводы по уроку	30
Заключение	32
Список использованных источников	33

Введение

Научно-исследовательская работа является неотъемлемой частью образовательного процесса студентов вузов. Она направлена на развитие исследовательских компетенций будущих специалистов, способствует формированию практических навыков научной деятельности и помогает студентам осознать значимость научных исследований для профессиональной карьеры.

Целью учебной научно-исследовательской практики (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) является становление профессиональных компетенций студентов в процессе решения учебно-исследовательских задач профессиональной деятельности: приобретение первичных навыков самостоятельной научно-исследовательской деятельности, выработка умений применять полученные знания при решении конкретных исследовательских задач, изучение основ анализа и обобщения теоретического и фактического материала [1].

Работа посвящена изучению фауны типа Форониды (*Phoronida* Hatschek, 1888) – одного из известных групп морских беспозвоночных животных, встречающихся во многих океанах и морях, в том числе морях Дальнего Востока, за исключением Антарктического океана. Работа направлена на знакомство с видами форонид, обитающих в Приморском крае, оценку состояния их популяций и выявлении их особенностей строения и распространения.

Форониды – исключительно морские беспозвоночные, которые, однако, способны переносить существенное распреснение. Они поселяются в морях с пониженной соленостью (Чёрное, Балтийское), а так же в устьях крупных рек, где они способны подниматься высоко по течению. Обитают форониды от литорали до глубины около 700 м. Однако, в ходе экспедиции в Охотском море форониды были собраны на глубине более 1500 м. На литорали форониды способны выдерживать длительное осушение, прячась в толще мягкого грунта или в толще раковин моллюсков.

Цели: таксономический анализ форонид (*Phoronida* Hatschek, 1888), обитающих в Приморском крае, оценка современного состояния их популяций и причин его определяющего; разработка школьного урока по теме «Форониды Приморского края», раскрывающего особенности строения и экологию видов.

Задачи:

1. Изучить видовой состав форонид.
2. Выяснить особенности строения форонид.
3. Рассмотреть ареал обитания форонид в Приморском крае.

4. Разработать школьный урок по теме «Форониды Приморского края».

Объект: форониды (Phoronida) Приморского края.

Предметом: видовой состава и распространение форонид (Phoronida), обитающих в акватории Приморья.

Методы:

1. Таксономический анализ. Определить систематическую принадлежность форонид и рассмотреть их филогенетическое дерево;
2. Работа с научной литературой. Подробно рассмотреть и изучить научные статьи, книги, доклады ученых, которые исследовали форонид Приморского края;
3. Научный анализ информации. Проанализировать работы ученых и обозначить самое главное.

1 Форониды (Phoronida) Приморского края

1.1 Общая характеристика таксона

Тип форониды (Phoronida) установлен в конце XX века, ранее рассматривался как класс в типе щупальцевые (Tentaculata). Наименование типа происходит от родового названия *Phoronis*, являвшегося одним из эпитетов женского египетского божества Изиы (в честь богини Форониды-Ио-Изиы) [2].

Самый первый вид форонид – *Phoronis ovalis* Wright, 1856 г. Его внешние особенности сильно отличаются от особенностей других личинок форонисов. Личинка, питающаяся лецитотрофами и похожая на слизня, имеет отчётливый ободок вокруг ротового отверстия на брюшной стороне. На брюшной стороне личинки, позади ротового отверстия, растёт тупой вырост, в котором находится анальное отверстие. Щупальца не развиваются на протяжении всей жизни личинки [3].

Форониды – это исключительно морские организмы, имеющие всесветное распространение и обнаруженные во всех акваториях Мирового океана за исключением антарктических широт. Согласно современным данным, в составе типа Phoronida насчитывается всего 15 видов [4–7]. Однако результаты исследований последних лет свидетельствуют, что видовая численность форонид может быть гораздо выше. В пользу этого предположения говорит существование более 40 личиночных форм форонид, видовая принадлежность которых не установлена [8].

В России форониды описаны из Балтийского, Черного, Белого, Берингова, Охотского, Японского морей. В большинстве акваторий Мирового океана форониды достигают огромных численностей – 100 (и более) тысяч экземпляров на квадратный метр, определяя состав донных сообществ. Такая существенная численность делает форониды важным объектом различных гидробиологических исследований. В то же время при проведении подобного рода работ форониды, как правило, не идентифицируются и не учитываются. Это связано с отсутствием в мировой литературе полного списка видов форонид и ключа для их определения.

Форониды – это группа морских беспозвоночных, известных своими трубчатыми жилищами. Они появляются из свободно плавающих личинок, которые претерпевают метаморфоз, превращаясь во взрослых особь, погружающуюся в морской субстрат и строительную трубку [7].

Форониды развиваются от личинки актинотроха, которая плавает в планктоне. Личинка актинотроха, имеющая характерную цилиндрическую форму с множеством ресничек, питается планктоном и, созревая, оседает на дно. После оседания на

дно личинка претерпевает метаморфоз, в ходе которого формируются взрослые органы и структуры, такие как лофофор, ампула, и трубка, которая становится защитным жилищем [7].

Взрослые форониды – это небольшие червеобразные животные, которые живут в трубках, которые они выделяют специальными железами. Эти трубки могут быть покрыты ракушками, зарыты в песок или закреплены на твердом субстрате. Форониды – суспензионно-питающиеся животные, фильтрующие частицы из воды с помощью своих щупалец [9].

Таким образом, форониды – это морские беспозвоночные, обитающие во всех акваториях Мирового океана за исключением антарктических широт. В России они встречаются в Балтийском, Черном, Белом, Беринговом, Охотском, Японском морях. Форониды живут в трубках, которые зарыты в песок.

1.2 Классификация типа Phoronida и филогенетические отношения

Форониды (Phoronida Hatschek, 1888) – тип морских донных беспозвоночных животных, который является одним из самых малочисленных и наименее изученных типов животных, включающих всего одно семейство – Phoronidacea. Согласно современным данным, в составе типа Phoronida насчитывается всего 15 видов (рисунок 1) [10].

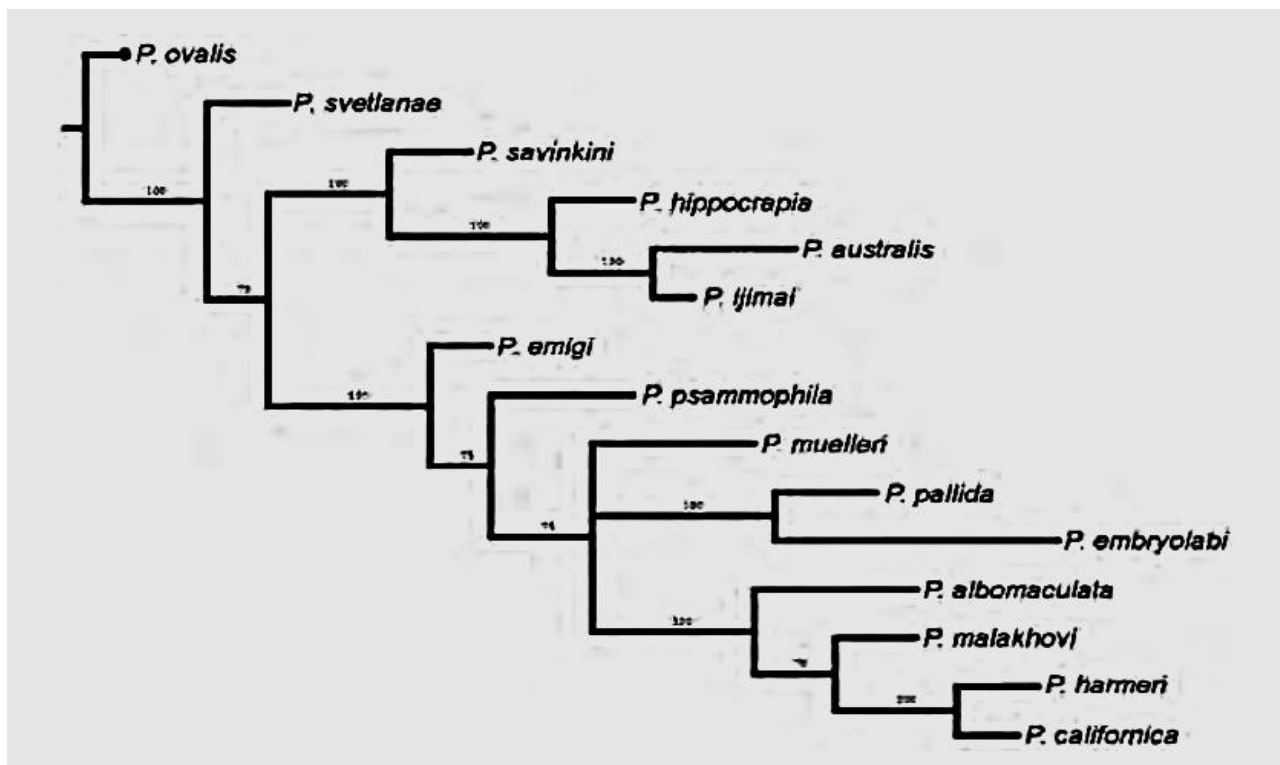


Рисунок 1 – Филогенетическое дерево для 15 видов форонид по Е.Н. Темеревой и В.В. Неклюдову (2017 г.) [10]

Составлено автором по [10]

Классификация форониды претерпела существенные изменения. Вначале их было 15, однако результаты исследований учёных Е.Н. Темеревой и Б.В. Неклюдова последних лет свидетельствуют, что видовая численность форонид может быть гораздо выше. В пользу этого предположения говорит существование более 40 личиночных форм форонид, видовая принадлежность которых не установлена [8].

Систематический список мировой фауны форонид:

Домен: Эукариоты (Eucaryota Chatton, 1925)

Царство: Животные (Animalia Linnaeus, 1758)

Подцарство: Эуметазои (Eumetazoa Butschli, 1910)

Раздел: Билатеральные (Bilateria Hatschek, 1888)

Подраздел: Первичноротые (Protostomia Grobben, 1908)

Тип: Форониды (Phoronida Hatschek, 1888)

Класс: Форониды (Phoronida Hatschek, 1888)

Отряд: Форониды (Phoronidea Temereva, 2005)

Семейство: Форониды (Phoronidacea Temereva, 2005)

Род:

1. *Phoronis* Wright 1856

2. *Phoronopsis* Gilchrist, 1907

Виды *Phoronis*:

1. *Phoronis ovalis* Wright, 1856

2. *Phoronis hippocrepia* Wright, 1856

3. *Phoronis australis* Haswell, 1883

4. *Phoronis psammophila* Cori, 1889

5. *Phoronis ijimai* Oka, 1897

6. *Phoronis muelleri* Selys-Lonchamps, 1903

7. *Phoronis pallida* Schneider, 1862

8. *Phoronis svetianae* Temereva&Malakhov, 1999

9. *Phoronis emigi* Hirose, Fukiage, Katoh&Kajihara, 2014

10. *Phoronis embryolabi* Temereva, Chichvarkhin, 2017

11. *Phoronis savinkini* Temereva, Neklyudov, 2017

Виды *Phoronopsis*:

1. *Phoronopsis albomaculata* Gilchrist, 1907

2. *Phoronopsis californica* Hilton, 1930

3. *Phoronopsis harmeri* Pixell, 1912

4. *Phoronopsis malakhovi* Temereva, 2000

Таксономический анализ показал: в современной структуре типа форонид выделяют 1 класс, 1 отряд, 1 семейство, 2 рода. Род *Phoronis* Wright 1856 представлен 11 видами. Род *Phoronopsis* Gilchrist, 1907 представлен 4 видами.

1.3 Особенности строения форонид (Phoronida)

Форониды - небольшая группа червеобразных морских животных, обитающих в кожистых или инкрустированных частицами грунта трубках. Взрослые форониды – бентосные животные; они поселяются в мягком грунте или сверлят твердые субстраты (раковины моллюсков, известковые породы). На апикальном конце тела у них имеется щупальцевый аппарат (лофофор) с помощью которого форониды собирают пищу из толщи воды. Продольная мускулатура образует крупные ленты, вдающиеся в полость целома. Обширный целом подразделен на три отдела: прото-, мезо- и метацель. Кишечник U-образный, рот и анус сближены и открываются на апикальном конце тела. Кровеносная система замкнутая сложно устроенная; эритроциты содержат гемоглобин. Выделительные органы – метанефридии, в период размножения функционируют как гонодукты. Нервная система представлена интраэпидермальным нервным плексусом, который образует сгущения – дорсальное и щупальцевое нервные сплетения. Имеется одно или два гигантских нервных волокна. Раздельнополые или гермафродиты. Личинки – актинотрохи, как правило, долго плавают в толще воды и претерпевают метаморфоз, в результате которого происходит коренная перестройка плана строения [5].

Форониды – небольшая группа специализированных бентосных морских организмов, ведущих прикрепленный образ жизни внутри кожистых или инкрустированных трубок. Основные особенности анатомического устройства включают обширный трехчастный целом, развитую продольную мускулатуру, сложную замкнутую кровеносную систему [11].

Тело форонид (Phoronida) вытянутое, червеобразное (рисунок 2). В прижизненном состоянии цвет обычно желтоватый, красноватый или коричневатый. Размеры тела варьируют от 10 мм (*Phoronis embryolabi* Temereva, Chichvarkhin, 2017, *Phoronis ovalis* Wright, 1856) до 450 мм (*Phoronopsis californica* Hilton, 1930). Как правило, длина тела у сверлящих форонид меньше, чем у роющих. Диаметр тела составляет от 0,1 до 3–4 мм. Их кожа не имеет кутикулы, но выделяет жесткие трубки из хитина, похожие на материал, используемый в экзоскелетах членистоногих, и иногда укрепленные частицами осадка и другим мусором. Трубки большинства видов прямостоячие. Форониды могут перемещаться внутри своих трубочек, но никогда не покидают их [12].



Рисунок 2 – Строение мягкого тела форонид на примере *Phoronopsis harmeri* (фотографии живых животных, вынутых из трубки). Границы между участками туловища показаны на коночниками. Общий вид тела *Phoronopsis harmeri* Pixell, 1912

Составлено автором по [5].

Нижний конец тела представляет собой ампулу (колбообразное вздутие в трубчатой структуре), которая удерживает животное в трубе и позволяет ему втягивать свое тело при угрозе, уменьшая тело до 20 процентов от его максимальной длины. Продольные мышцы очень быстро втягивают тело, в то время как круговые мышцы медленно вытягивают тело, сжимая внутреннюю жидкость [13].

У форонид различают анальную и оральную стороны. С оральной стороны щупальца у подавляющего большинства форонид формируют сплошной непрерывный ряд, тогда как с анальной стороны видны завитки лофофора – два пучка щупалец, разделенные нешироким пространством. Передний конец тела, который высовывается из трубки в спокойном состоянии, несет лофофор. Короткий расширенный участок тела под лофофором – головной

конец. Здесь расположены ротовое отверстие и анус, а так же метанефридии и лофофоральные кольцевые сосуды. С анальной стороны может быть замечен анальный бугорок, на вершине которого открывается анус, и бугры нефридиев. У представителей рода *Phoronopsis* головной конец тела несет воротничок – эпидермальную складку, которая немного прикрывает основание лофофора. Воротничок может быть явно выражен только с анальной стороны и не переходить на оральную сторону, либо охватывать головной конец по всему периметру [13].

Характерной особенностью строения форонид является наличие двух зон тела: оральной и анальной. Оральная сторона представлена передним концом тела, несущим лофофор – структуру, состоящую из щупалец, образующих непрерывный ряд вокруг рта. Лофофор служит для фильтрации пищи из воды. Анальная сторона характеризуется наличием анального отверстия и специализированных структур, включая анальный бугорок и нефридийные бугры.

1.4 Особенности строения функциональных систем организма форонид

1.4.1 Нервная система

У взрослых форонид (*Phoronida*) все элементы нервной системы залегают интраэпидермально: над слоем внеклеточного матрикса между базальными отростками клетками покровного эпителия. По сути, нервная система форонид представляет собой нервный плексус (сеть), который формирует сгущения в некоторых участках тела, образуя главные нервные элементы (рисунок 3А). У большинства форонид таких главных нервных элементов два: дорсальное нервное сплетение и щупальцевое нервное кольцо. Дорсальное нервное сплетение в литературе часто называют ганглием, однако, по сути, ганглием оно не является. Сплетение располагается на морфологически дорсальной стороне тела – между ртом и анусом, на дорсальной стороне эпистома (рисунок 3Б). От дорсального нервного сплетения вправо и влево расходятся кольцевые нервные волокна, формирующие щупальцевое нервное кольцо. Оно проходит вдоль наружной стороны лофофора, в основании щупалец и у видов рода *Phoronopsis* прикрыто воротничком. Ко рту от дорсального нервного сплетения отходит узкий нервный тракт — внутреннее нервное кольцо, которое проходит в основании щупалец с их фронтальной стороны. От дорсального нервного сплетения вправо и влево отходят два (правое и левое), либо только одно (левое) гигантские нервные волокна. Важной составляющей нервной системы является нервный плексус туловища и нервы, проходящие в щупальцах (рисунок 3) [13].

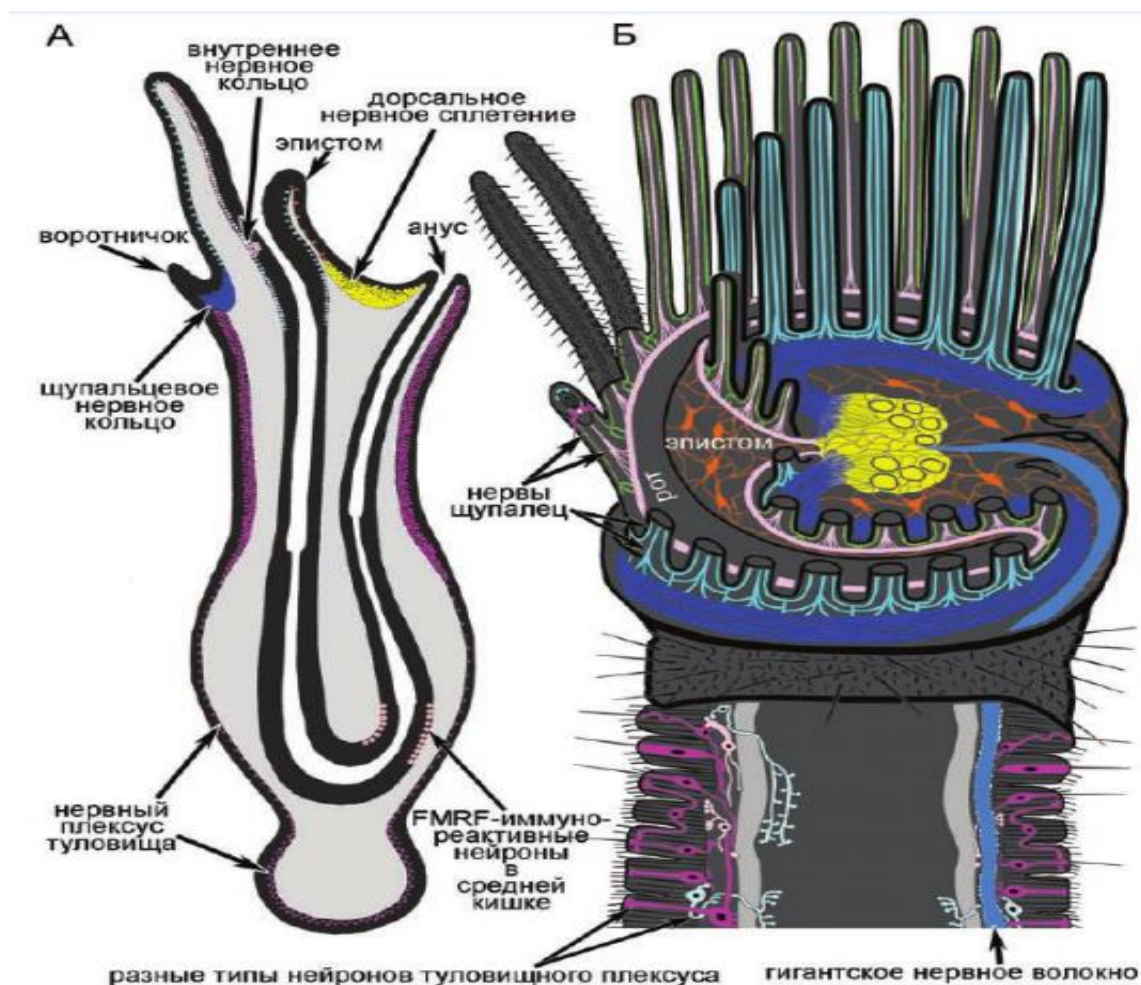


Рисунок 3 – Схемы строения нервной системы взрослых форонид: А – распределение нервных элементов вдоль тела животного: густота расположения точек отражает плотность нервной сети (относительное число нервных кл. на единицу площади покровного эпителия);

Б – реконструкция анатомии и колокализации основных элементов нервной системы.

Показан вариант отхождения латеро-фронтальных нервов щупалец от внутреннего нервного кольца (как у *Phoronis ovalis* Wright, 1856)

Составлено автором по [3].

Нервная система форонид отличается своеобразием своей организации и расположения элементов. Все компоненты нервной системы располагаются интраэпидермально, непосредственно под слоями внеклеточного матрикса и базальных отростков клеток покрова.

1.4.2 Пищеварительная система

У всех форонид (Phoronida) пищеварительная система представлена U-образно изогнутым пищеварительным трактом, с которым не связаны никакие дополнительные структуры: слюнные железы или печеночные выросты (рисунок 4А). Такая анатомическая простота компенсируется гистологической сложностью: у форонид можно выделить девять отделов пищеварительной трубки, гистологическое строение которых различается и

свидетельствует о разнообразии выполняемых ими функций. Как и у всех Bilateria со сквозным кишечником пищеварительный тракт форонид может быть подразделен на эктодермальные переднюю и заднюю кишки и энтодермальную—среднюю. Каждый из этих отделов подразделен на зоны, выполняющие разные функции [7].

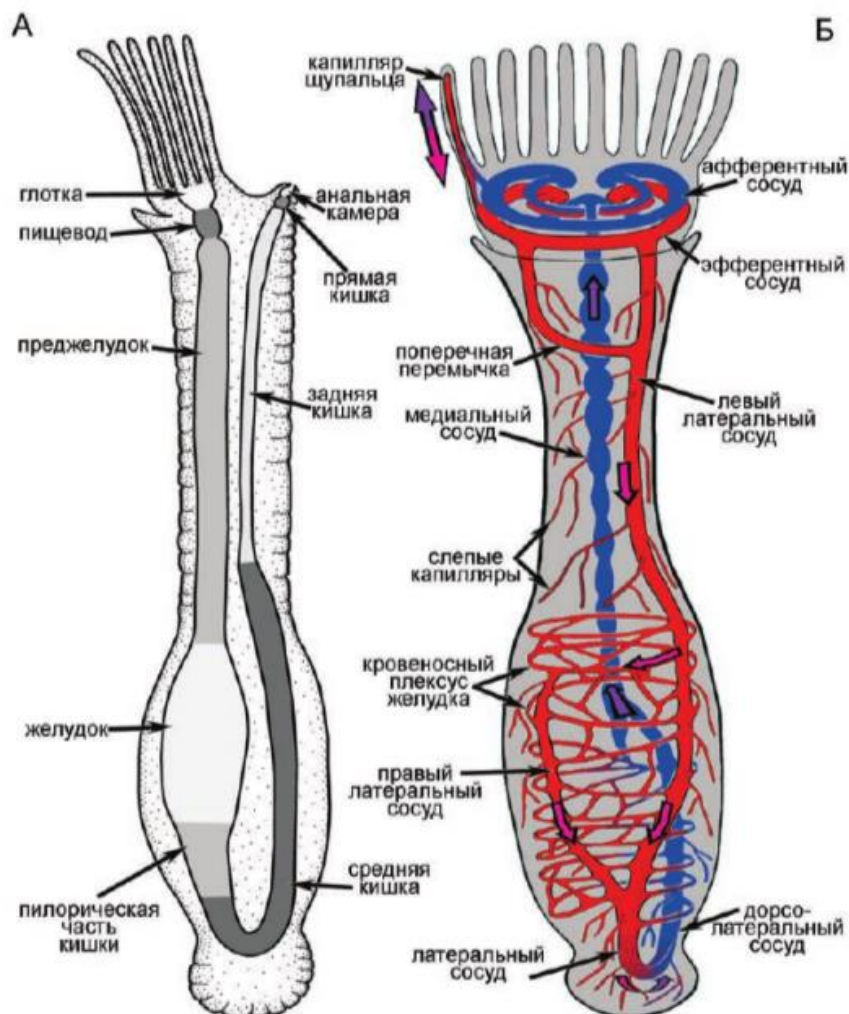


Рисунок 4 – Схемы строения пищеварительной (А) и кровеносной (Б) систем у форонид
Составлено автором по [5]

Пищеварительная система форонид анатомически простая, представлена U-образно изогнутым пищеварительным трактом, не связанная с дополнительными структурами, но гистологическое строение сложное.

1.4.3 Кровеносная система

У форонид (Phoronida) имеется замкнутая кровеносная система, состоящая из нисходящей и восходящей частей (рисунок 4Б). Восходящая часть представлена медиальным кровеносным сосудом, по которому кровь движется от ампулы к лофофору. Медиальный кровеносный сосуд проходит в правой анальной камере туловищного целома и прилежит к восходящей ветви кишечника. На гистологических срезах медиальный кровеносный сосуд

имеет очень узкий просвет и мускулистые стенки – он, вероятно, функционирует как пропульсаторный орган. Проходя диафрагму, медиальный сосуд Т-образно разветвляется и дает начало афферентному (приносящему) сосуду лофофора. Он повторяет форму лофофора и может иметь довольно сложную морфологию: он формирует оральную дугу, переходит на латеральные стороны, проходит вдоль внешнего круга щупалец и дает ветку, тянущуюся вдоль внутреннего ряда щупалец, вплоть до анальной стороны тела [14].

Таким образом, есть основание афферентного кровеносного сосуда (Т-образное разветвление + оральная дуга) и две его крупные ветви, заходящие в каждую половинку лофофора.

1.4.4 Строение половой система и размножение

У форонид нет оформленных гонад, и половые продукты в толще, так называемой вазоперитонеальной ткани. Вазоперитонеальная ткань локализуется в заднем туловищном участке тела, окружая латеральные кровеносные сосуды, а так же нижнюю часть кишечника (желудок, пилорическую часть, почти всю среднюю кишку). Она занимает практически весь объем туловищного целома и ассоциирована с левым и правым латеральными сосудами, а так же с дорсо-латеральным сосудом [14].

Все форониды (Phoronida) размножаются половым путем с весны по осень. Некоторые виды являются гермафродитами (имеют как мужские, так и женские репродуктивные органы), но способны к перекрестному оплодотворению (оплодотворяют яйцеклетки других представителей), в то время как другие являются двудомными (имеют разные полы). Гаметы (сперматозоиды и яйцеклетки) образуются в набухших гонадах, расположенных вокруг желудка. Гаметы проплывают через метацелум к метанефридиям. Сперматозоиды выходят через нефридиальные поры, и некоторые из них захватываются лофофорами особей того же вида. Виды, откладывающие мелкие оплодотворённые яйца, выпускают их в воду в виде планктона, а виды с более крупными яйцами вынашивают их либо в трубке тела, либо прикрепляют к центру лофофора с помощью клея. Вылупившиеся из икры личинки питаются планктоном [14].

Форониды размножаются половым путем, отличаются разнообразием репродуктивных стратегий. Одни виды являются гермафродитами, способные к самостерилизации, но чаще всего практикующие перекрестное оплодотворение. Другие виды – раздельнополые, имеющие чёткое разделение на мужские и женские особи.

1.5 Форониды (Phoronida) Японского моря

В Японском море обитает не так много видов взрослых форонид: *Phoronis ovalis*, *Phoronis muelleri*, *Phoronis psammophila*, *Phoronis hippocrepia* (обнаружен в залива Анива),

Phoronis embryolabi, *Phoronis ijimai*, *Phoronis svetlanae*, *Phoronopsis harmeri*, *Phoronopsis albomaculata* [15]. Личинки недавно описанного вида *Phoronopsis svetlanae* и вида *Phoronopsis albomaculata* пока не известны. Личинки *Phoronis muelleri*, *Phoronis psammophila*, *Phoronis hippocrepeia* в планктоне Японского моря не найдены [16].

В Приморском крае обитают 9 видов форонид: *Phoronis ovalis*, *Phoronis muelleri*, *Phoronis psammophila*, *Phoronis hippocrepeia*, *Phoronis embryolabi*, *Phoronis ijimai*, *Phoronis svetlanae*, *Phoronopsis harmeri*, *Phoronopsis albomaculata*.

Phoronis embryolabi Temereva, Chichvarkhin, 2017

Phoronis embryolabi – редкий вид морского беспозвоночного, известного как форонида, обитающий в водах Японского моря (рисунок 5). Этот небольшой морской червь характеризуется живорождением, то есть его личинки развиваются внутри тела родителя. Сперматозоиды *Phoronis embryolabi*, называемые интроспермами, имеют уникальные адаптации, характерные для видов с внутренним оплодотворением. Исследования показали, что сперматозоиды этого вида имеют высокую эффективность в продвижении через узкие пространства, что объясняется их уникальной структурой и взаимосвязанностью всех компонентов [17].



Рисунок 5 – Форонида *Phoronis embryolabi* Temereva, Chichvarkhin, 2017

Составлено автором по [6]

В морях России впервые обнаружен в 2015 году, в бухте Тихая заводь, в заливе Восток Японского моря.

Описание. Животные обитают в трубках, инкрустированных частицами песка органический материал трубки, образует замкнутый мешочек на заднем конце трубки и

пучок из отдельных волокон – на переднем открытом конце. Длина трубки составляет 19–20 мм. Длина мягкого тела вдвое меньше длины трубки и составляет 9–10 мм. Тело резко подразделено на участки: лофофор со щупальцами, головной отдел, медиальный сфинктер и задний туловищный участок. Лофофор подковообразный, несет 80–90 щупалец, длина которых достигает 1,2 мм. В кроне щупалец отчетливо видны крупные лофофоральные органы. Головной отдел имеет длину около 1 мм и несет выраженный анальный бугорок. Между головным отделом и медиальным сфинктером имеется резкая узкая борозда, которой соответствует мощный слой кольцевых мышц с внутренней стороны стенки тела. Длина медиального сфинктера 0,7 мм; этот участок тела характеризуется плотными толстыми покровами, что связано с наличием здесь толстого слоя мускулатуры. Задний участок тела самый длинный – 5 мм и подразделен на два участка, различающихся толщиной покровов: передний и задний. Задний участок характеризуется тонкими покровами, через которые просвечивают кровеносные сосуды и развивающиеся здесь многочисленные эмбрионы и личинки. Ампула как выраженный терминальный участок тела, способный существенно менять свой диаметр, отсутствует [12].

Вид: гермафродит. Особенностью развития является вынашивание эмбрионов в полости туловищного целома материнского организма до стадии молодой личинки. Нерест происходит полностью сформированными личинками [12].

Диагноз. Уникальной чертой вида является его тип развития – живорождение личинок. Определительным морфологическим признаком можно считать наличие дистальной камеры восходящей ветви метанефридия. Распространение. В настоящее время обнаружен только в заливе Восток Японского моря [12].

Сведения по биологии. Вид живет как комменсал в норах роющих креветок *Nihonotrypaea japonica*. В типовом месте обитания креветки этого вида роют норы на песчаных отмелях бухты Тихая заводь, в которую впадают две крупные реки. Отверстия нор креветок находятся на глубине 50–60 см под водой и хорошо различимы с поверхности [12].

Phoronis embryolabi – редкий вид форонид, обитающий в водах Японского моря. Этот морской червь характеризуется живорождением, то есть его личинки развиваются внутри тела родителя.

Phoronis muelleri Selys-Lonchamps, 1903

В морях России впервые обнаружен в ходе Курило-Сахалинской экспедиции Зоологического института АН СССР и Тихоокеанского НИИ рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО) 1947–1949 годах, и описан благодаря работе Юрия Викторовича Мамкаева (1962) [12].

Описание. Длина тела 20–160 мм, но у большинства особей составляет 30–60 мм. Диаметр тела от 0,2–0,3 мм на переднем конце тела до 0,8–1 мм на заднем конце. Цвет живых животных желтоватый, красноватый или розовый (рисунок 6). Число щупалец не превышает 100, у большинства особей составляет 40–60. Длина щупалец 1–2 мм, при этом латеральные щупальца длиннее оральных, поскольку с оральной стороны тела имеется дополнительная зона закладки новых щупалец. Лофофор подковообразный или переходный между подковообразным и спиральным. Туловищный целом характеризуется отсутствием левого латерального мезентерия. Продольная мускулатура перьевидного типа. Максимальное число лент продольной мускулатуры – 37. Мышечная формула имеет следующий вид: метанефридий имеет только одну небольшую целомическую воронку. Канал нефридия образован короткой нисходящей ветвью и более длинной восходящей. Имеется только левое гигантское нервное волокно, диаметр которого составляет 7–40 мкм. Раздельнополый вид. У самцов в период размножения обнаруживаются крупные железистые лофофоральные органы. Имеется планктотрофная личинка *Actinotrocha branchiata* [12].



Рисунок 6 – Форонида *Phoronis muelleri* Selys-Lonchamps, 1903

Составлено автором по [5]

Диагноз. Характерными признаками вида, отличающими его от других представителей рода, являются наличие оральной зоны закладки щупалец и отсутствие левого латерального мезентерия [12].

Распространение. Обитает во многих морях, в том числе и Японском (Татарский пролив: 46°–50° с.ш.).

Сведения по биологии. Обитает на песчаных, илистых, илисто-песчаных грунтах, предпочитая грунт с высоким содержанием органического вещества. Распространен на

глубинах от 1 до 390 м, предпочитает горизонт 15–30 м. В Японском море обнаружен в Татарском проливе: встречается на глубинах 16,5–140 м с максимальной плотностью поселения на глубинах 50–100 м. Часто образует сообщества с другим видом форонид *Phoronis psammophila* [18].

Phoronis muelleri обитает в Татарском проливе Японского моря, характеризуется наличием оральной зоны закладки щупалец и отсутствием левого латерального мезентерия.

Phoronis ovalis Wright, 1856

В морях России впервые обнаружен Теремовой Е. Н. Обитает в Кандалакшском заливе Белого моря, где был обнаружен в проливе между островами Великий и Малый Еремеевский, на глубине 2–4 м. Представители вида обнаружены в Охотском море, в заливе Анива [19].

Описание. Длина тела 3–90 мм, обычно не более 3–5 мм. Диаметр тела – 0,1–0,3 мм. Живые животные имеют прозрачные покровы, слегка беловатого или желтоватого цвета (рисунок 7). Лофофор, как правило, овальный, реже встречается более сложно устроенный тип – переходный между овальным и подковообразным. В большинстве случаев число щупалец составляет 15–30, реже – 40–50. Длина щупалец 0,3–1,2 мм, обычно – 0,4–0,5 мм. Метасома подразделена на два участка, мускульный передний и тонкостенный задний. Встречаются представители, у которых под щупальцами метасома образует небольшой расширенный тонкостенный участок. Латеральные мезентерии всегда отсутствуют [12].

Диагноз. Наиболее достоверными определительными признаками вида следует считать отсутствие латеральных мезентериев и наличие правого латерального кровеносного сосуда на большем протяжении тела [12].

Распространение. В Тихом океане известен у берегов Новой Зеландии, Канады (остров Ванкувер), Курильских островов, в Охотском море (залив Анива). В Атлантическом океане известен у берегов США (полуостров Флорида, в Ирландском и Северном морях (побережье Англии, Норвегии, Германии), в Средиземном море (Лионский залив). Обнаружен в Северном Ледовитом океане (Белое море: Кандалакшский и Онежский заливы) [19].

Сведения по биологии. Сверлящий вид, поселяется в толще раковин различных моллюсков (*Pododesmus*, *Hinnites*, *Modiolus modiolus*, *Chlamys islandicus*, *Crassostrea gigas*, *Fusitriton*), в толще домика баянусов (*Balanus nubilis*), в толще камней, известковых водорослей *Littotamnion*. Обитает на глубинах от 0 до 50 м, предпочитая горизонт 20–50 м [12].

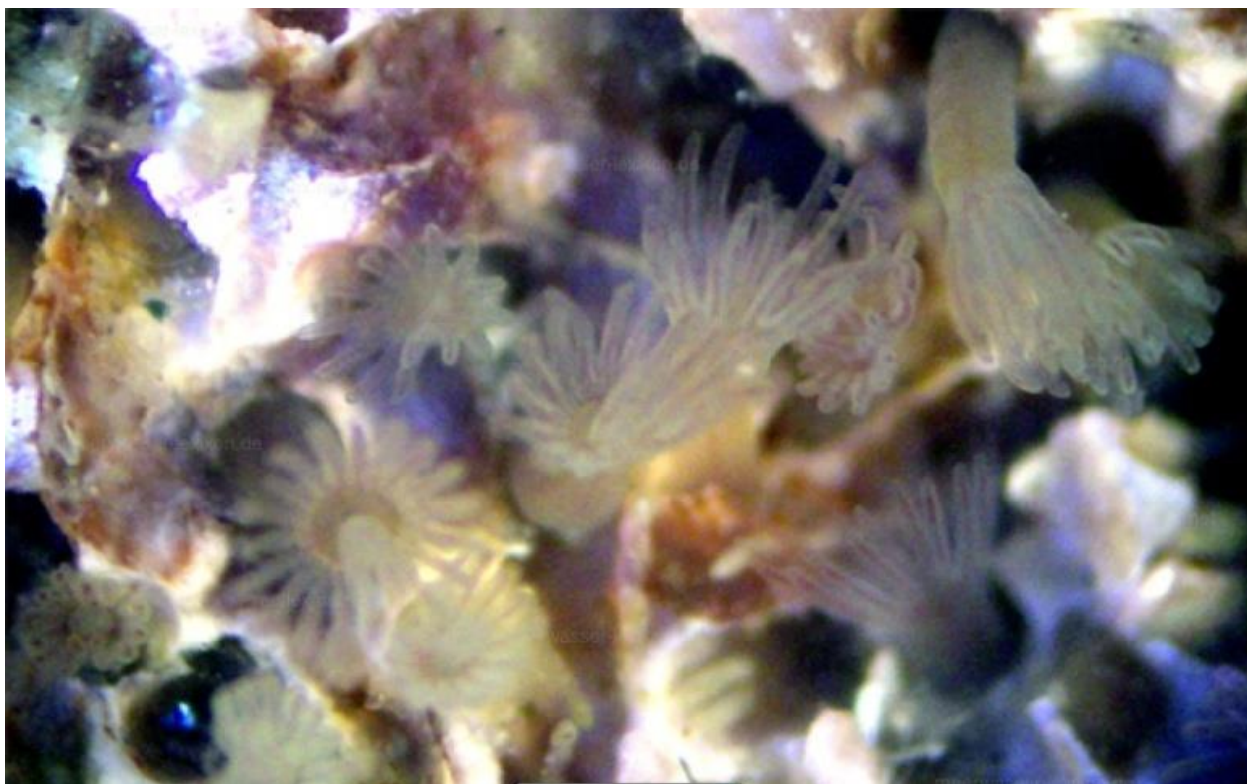


Рисунок 7 – Форонида *Phoronis ovalis* Wright, 1856

Составлено автором по [5]

Phoronis ovalis обитают на Дальнем востоке в Охотском море, в заливе Анива. Этот вид отличается от других форонид тем, что у них отсутствует латеральные мезентерии и наличием правого латерального кровеносного сосуда на большем протяжении тела.

Phoronis hippocrepi Wright, 1856

В морях России обнаружен впервые. Обитает в Охотском море, в заливе Анива, где сверлит раковины *Crassostrea gigas*, а также поселяется на мягких грунтах – в сером илу. Особи, обитающие в толще твердого субстрата, имеют длину тела 30–40 мм, число щупалец – 160, лофофор переходного типа между подковообразным и спиральным [19].

Описание. Длина тела 30–100 мм, наиболее часто встречаются особи с длиной тела около 50–70 мм. Диаметр переднего туловищного участка 0,4–0,5 мм, заднего туловищного участка около 1 мм, ампулы – 0.9 мм. Цвет тела живых животных зеленовато-коричневый (Bailey-Brock, Emig, 2000) или желтоватый. Минимальное число щупалец около 100 (см. табл.), максимальное – 190 (Bailey-Brock, Emig, 2000). Длина щупалец 2–3 мм. Лофофор подковообразный, но встречаются особи с более сложно устроенным типом лофофора (переходный между подковообразным и спиральным). Продольная мускулатура кустистого типа [12].

Распространение. В Тихом океане обнаружен у берегов Австралии, Панамы и Гавайских островов, в Охотском море (залив Анива). В Атлантическом океане встречается у

побережья Африки (мыс Доброй Надежды), Бразилии (Южный тропик), Мексики, из Бискайского залива и пролива Ла-Манш, из Ирландского, Северного и Средиземного морей, у островов Зеленого Мыса, Канарских и Азорских островов [12].

Сведения по биологии. *Phoronis hippocrepi* – единственный вид форонид, для которого известны как формы, обитающие в песке, так и сверлящие формы. В лагуне Буссе залива Анива (Охотское море) обнаружены обе экологические формы этого вида. Вид обитает от литорали до глубины 55 метров, предпочитая горизонт 0–10 метров (на глубинах 1–48 м. В заливе Анива обнаружен на глубинах 2–4 м.

Phoronis hippocrepi обитает в Охотском море, в заливе Анива. Это единственный вид форонид, для которого известны как формы, обитающие в песке, так и сверлящие формы.

Phoronis psammophila Cori, 1889

В морях России впервые обнаружен французским зоологом Кристианом Эмигом (1984) при разборе бентосных проб, собранных в августе 1957 года в заливе Мордвинова у юго-восточного побережья острова Сахалин на заиленном песке на глубине 19,5 м [19].

Описание. Длина тела 60–190 мм, диаметр 0,5–2 мм. Цвет живых особей розовый, на прозрачных покровах лофофора заметны белые пятна. Иногда покровы лофофора желтые, красноватые или зеленоватые. Лофофор у большинства экземпляров переходного типа между подковообразным и спиральным. Встречаются особи с более просто устроенным – подковообразным – лофофором. Число щупалец 60–190, их длина составляет 1,5–2,5 мм [12].

Диагноз. *Phoronis hippocrepi* обнаруженные нами форониды отличаются типом продольной мускулатуры (перьевидная), принципиально иным строением нефридиев и наличием одного гигантского нервного волокна. С *Phoronis muelleri* описанные нами форониды сходны по строению мускулатуры, нефридиев и наличию только левого гигантского нервного волокна, однако отличаются от него присутствием левого латерального мезентерия и отсутствием оральной зоны закладки щупалец [12].

Распространение. В Тихом океане обнаружен у берегов США (Калифорния), Канады (остров Ванкувер) и Панамы, у побережья Австралии, Новой Зеландии, у Соломоновых и Гавайских островов, в Желтом, Японском (залива Петра Великого) и Охотском (залива Мордвинова) морях. В Атлантическом океане отмечен у побережья Уругвая, США (полуостров Флорида – Мексиканский залив), у Бермудских, Багамских, Азорских островов, островов Зеленого Мыса. Известен из Черного моря, в Средиземном море обнаружен вдоль всего побережья Португалии и Испании, в проливе Ла-Манш, в Северном море встречается у побережья Дании и у западного побережья Исландии. В Индийском океане обнаружен в Красном море (залива Акаба), у побережья Коморских островов и острова Мадагаскар, в Бенгальском заливе (между полуостровом Индостан и островом Шри-Ланка).

Сведения по биологии. Обитает на мелкозернистых, иногда заиленных песках на глубинах от 1 до 35 м, предпочитает глубины 5–10 м [12].

Phoronis psammophila встречается в Японском море, в заливе Петра Великого. Вид отличается типом продольной мускулатуры (перьевидная), принципиально иным строением нефридиев и наличием одного гигантского нервного волокна.

Phoronis svetlanae Temereva & Malakhov, 1999

Описание. Длина тела со щупальцами 12,3 мм, диаметр 0,5–1,1 мм. Цвет живых особей светло-желтый. Лофофор переходного типа между подковообразным и спиральным (с концами, загнутыми медиально). Число щупалец 80–120, их длина 0,7 мм (рисунок 8). Продольные мышцы кустистого типа. Нефридии несут только по одной воронке, открывающейся в анальную камеру, имеется только восходящая ветвь выделительного канала. Нефропор открывается на анальном бугре, рядом или чуть выше ануса. Гигантских нервных волокна два: левое диаметром 9–10 мкм, правое – тонкое, исчезающее на некоторых срезах, диаметром 4–5 мкм. Гермафродитный вид, лофофоральные органы не выражены. Личинка в настоящее время не описана [20].



Рисунок 8 – Форонида *Phoronis svetlanae* Temereva & Malakhov, 1999

Составлено автором по [10]

Диагноз. По совокупности признаков вид ближе всего к *Phoronis ijimai* и *Phoronis hippocrepeia*. От обоих видов *Phoronis svetlanae* отличается отсутствием нидаментальных желез и лофофоральных органов, а также наличием только одной воронки нефридиев. Кроме того, от *Phoronis hippocrepeia* вид отличается мышечной формулой [20].

Распространение. Обнаружен только в заливе Восток (мыс Пашенникова) Японского моря.

Сведения по биологии. Вид сверлит прибрежные камни на глубине 0,5–3 м в прибойной зоне [10].

Phoronis svetlanae отличается мышечной формулой и отсутствием нидаментальных желез и лофофоральных органов, а также наличием только одной воронки нефридиев. Распространён в заливе Восток (мыс Пашенникова) Японского моря.

Phoronis ijimai Oka, 1897

Phoronis ijimai в морях России впервые обнаружен в результате работы К. Эмига и Ю. Голикова (1990) в заливе Восток Японского моря.

Описание. Длина тела от 8 до 120 мм, наиболее часто встречаются экземпляры с длиной тела 20–40 мм. Диаметр 0,3–2 мм. Покровы у живых животных полупрозрачные, желтоватого или розоватого цвета (рисунок 9). Лофофор, как правило, подковообразный. Реже встречаются особи со спиральным лофофором (1 оборот) или с переходными типами: между овальным и подковообразным и между подковообразным и спиральным. Число щупалец обычно не превышает 100 (60–90), в редких случаях – 130–200. Продольная мускулатура кустистого типа, максимальное число лент – 90 [12].



Рисунок 9 – Форонида *Phoronis ijimai* Ока, 1897

Составлено автором по [5]

Каждый нефридий несет две воронки: оральную и анальную, – открывающие в соответствующие камеры целома. Анальная воронка в большинстве случаев снабжена

длинной лопастью, тянущейся вдоль латерального мезентерия. Имеются два гигантских нервных волокна (правое и левое) имеющие сходный диаметр – 2–9 мкм.

Гермафродитный вид. Имеются маленькие лофофоральные органы и нидаментальные железы «А» типа. Эмбрионы вынашивает в кроне щупалец в течение 8–16 дней до стадии молодой личинки. Имеется планктотрофная личинка – *Actinotrochava ncouverensis* [12].

Диагноз. От близкого вида – *Phoronis svetlenae* – отличается наличием лофофоральных органов и нидаментальных желез, а также строением дистального конца метанефридиев. От другого близкого вида – *Phoronis hippocrepi* – отличается большим числом лент продольной мускулатуры [12].

Распространение. Долгое время рассматривался как эндемичный вид Тихого океана, где был обнаружен в прибрежных водах Канады (остров Ванкувер), США (Калифорния), Японии (острова Хоккайдо и Сикоку), в Тайваньском проливе. Обитает у берегов Камчатки, Курильских и Командорских островов, в Охотском море. В Японском море обнаружен в заливе Петра Великого (залив Восток) и у побережья острова Монерон.

Сведения по биологии. Вид обитает на твердых грунтах – сверлит толщу камней и раковин моллюсков [12]. В основном обнаруживается в толще раковин брюхоногих моллюсков (Gastropoda), а также в толще известковых красных водорослей *Lithothamnion sp.*

В Японском море обнаружен в заливе Восток, где обитает в толще раковин *Niveotectura pallida* на глубине 0,5–10. В заливе Восток плотность поселений этого вида довольно высока – до 20 экземпляров на одном моллюске-«хозяине». В заливе Восток нерест происходит многократно и начинается в конце мая – начале июня. Личинки наиболее многочисленны в середине – конце июня [21].

Phoronis ijimai обитает в Японском море, в заливе Петра Великого (залив Восток). Вид обитает на твердых грунтах.

Phoronopsis albomaculata Gilchrist, 1907

Phoronopsis albomaculata в морях России впервые обнаружен в заливе Посьета и Петра Великого Японского моря в результате работы Эмига и Голикова (1990).

Описание. Длина тела до 150 мм, диаметр – 0,5–2 мм. Цвет тела живого животного розоватый, покровы лофофора прозрачные, часто на щупальцах видны пигментные пятна. Лофофор подковообразный иногда может образовывать один оборот (рисунок 10). Число щупалец 70–160, их длина 2–3 мм. Мускулатура перьевидного типа. Минимальное число лент продольной мускулатуры 42 [12].

Каждый метанефридий образован двумя ветвями выделительного канала: восходящей и нисходящей, – и единственной целомической воронкой. Перед нерестом целомический эпителий воронки способен разрастаться и образовывать дополнительные складки. Имеется

только левое гигантское нервное волокно, его диаметр составляет 15–35 мкм. Раздельнополый вид. У самцов имеются большие железистые лофофоральные органы, самки предположительно вынашивают яйца в кроне щупалец. Личиночное развитие не описано [17].



Рисунок 10 – Форонида *Phoronopsis albomaculata* Gilchrist, 1907

Составлено автором по [3]

Диагноз. От близкого вида – *Phoronopsis harmeri* – отличается мышечной формулой. Для вида характерно гораздо меньшее число лент продольной мускулатуры. Минимальное число лент у *Phoronopsis albomaculata* – 42 [12].

Распространение. В Тихом океане обнаружен в Панамском заливе, у побережья Новой Зеландии и Австралии (Басов пролив, залива Моретон), островов Новая Каледония, в Желтом и Японском (залива Посьета и Петра Великого) морях. В Атлантическом океане обнаружен у побережья Африки (мыс Доброй Надежды, Гвинейский залив, Гибралтарский пролив). В Индийском океане отмечен в Красном море и у западного побережья острова Мадагаскар [17].

Сведения по биологии. Обитает на гравиевых, песчаных, илисто-песчаных и илистых грунтах от литорали до глубины 55 м. Основным предпочтением при выборе субстрата является наличие ила: его доля должна составлять от 40 до 80%. Виды рода *Phoronopsis*. В

заливе Петра Великого обнаружен на глубинах: 32 м (плотность поселения – 8–20 экз./м²), 35 м (плотность поселения – 88 экз./м²), 45 м (плотность поселения – 8 экз./м²). В зал. Посьета у острова Фуругельма обнаружен на глубине 25 м, где плотность этого вида достигает 312 экз./м² [12].

Phoronopsis albomaculata характеризуется минимальным числом лент – 42. Обитает в заливе Петра Великого Японского моря.

Phoronopsis harmeri Pixell, 1912

Phoronopsis harmeri в морях России впервые обнаружен в Охотском (залива Анива) и Японском (Татарский пролив) морях в ходе работы российского зоолога Ю.В. Мамкаева (1962 г).

Описание. Длина тела от 20 до 220 мм, наиболее часто встречаются особи с длиной тела 40–80 мм. Диаметр тела сильно варьирует вдоль тела животного: наибольший (2–4 мм) – в заднем туловищном участке, наименьший (0,5–1,4 мм) – вблизи головного конца тела. Покровы живых животных желтоватые или розоватые [12].

Каждый метанефридий имеет восходящую и нисходящую ветви. Первая открывается нефропором с внутренней боковой стороны анального бугра, вторая – воронкой в полость тела. В строении воронки обнаружен половой диморфизм [17]. У самцов каждый нефридий несет единственную широкую воронку. У самок эпителий воронки сильно разрастается, и она оказывается подразделена на два отверстия: широкое оральное и узкое анальное. Имеется только левое гигантское нервное волокно диаметром 20–60 мкм. Раздельнополый вид. Половые продукты созревают не только в левой, но и в правой камерах туловищного целома. У самцов имеются большие лофофоральные органы [17]. Есть планктотрофная личинка *Actinotrocha harmeri* Zimmer, 1964.

Диагноз. От близкого вида – *Phoronopsis albomaculata* – отличается мышечной формулой. Для вида характерно гораздо большее число лент продольной мускулатуры [12].

Распространение. Встречается только в теплых водах Тихого и Атлантического океанов. В Тихом океане обнаружен вдоль побережья Северной Америки (от острова Ванкувер до полуострова Калифорния), у Панамы и Австралии (вблизи городов Сидней и Гладстон), у островов Кука, Соломоновых островов, островов Новая Каледония, в Охотском (заливы Анива и Терпения) и Японском морях (залив Восток, залив Посьета, Амурский залив, устье реки Туманная, Татарский пролив). В Атлантическом океане обитает в Саргассовом море (побережье полуострова Флорида и Бермудские острова), у побережий Азорских и Канарских островов, у северного и южного побережий Испании, у побережья Марокко [17].

Сведения по биологии. Поселяется на песчаных, иногда на илисто-песчаных грунтах. В Японском море обитает на песчаных, мелкозернистых песках с гравием, илистых, илисто-песчаных грунтах от литорали до глубины 23–89 м. По данным Тарасова, в заливе Восток Японского моря биомасса этого вида достигает 100 г/м^2 [22]. В заливе Посьета (бухта Экспедиции) обнаружен на глубине 5 м на илисто-песчаном грунте в биоценозе *Anadarabroughtoni* + *Luidiaquinaria*. Здесь плотность поселения достигает 70 экз./м^2 [4]. В ходе работы сотрудников ИБМ ДВО РАН и студентов ДВГУ обнаружены обширные поселения форонид этого вида в куту Амурского залива 43 Японского моря, где его численность достигала 150000 экз./м^2 , а биомасса – 7000 г/м^2 . В заливе Восток обитает на мелкозернистых песчаных грунтах в сообществе с *Zostera* sp. Представители вида, обитающие в приливно-отливной зоне (например, в залив Пюджет Саунд), поселяются глубоко в толще мягкого субстрата – их трубки обнаруживаются на глубине 20–40 см. Трубки экземпляров, обитающих ниже 0 глубин (например, в заливе Восток), могут быть обнаружены в толще песка уже на глубине 2–3 см.

Phoronopsis hameri – один из самых хорошо изученных видов форонид (рисунок 11). Известно, что представители этого вида, обитающие у тихоокеанского побережья Северной Америки (архипелаг Сан-Хуан и Монтерей Кантри), приступают к размножению в мае – июне, однако отдельные размножающиеся особи могут быть обнаружены и в апреле, и в течение августа – сентября. В заливе Восток Японского моря размножение *Phoronopsis hameri* начинается в третьей декаде августа и длится до конца октября. В октябре личинки этого вида в планктоне достигают наибольшей численности. Метаморфоз происходит в первой-второй декадах ноября [12].



Рисунок 11– Форонида *Phoronopsis hameri* Pixell, 1912

Составлено автором по [13]

Phoronopsis harmeri распространён в Охотском и Японском морях. Вид характеризуется гораздо большим числом лент продольной мускулатуры в отличие от *Phoronopsis albomaculata*.

Изучение видового состава, распространения и экологии форонид (Phoronida), обитающих в акватории Приморья, позволило выявить следующие важные аспекты:

1. Форониды (Phoronida) – это небольшая группа морских беспозвоночных животных, насчитывающих не так многовидов. Их тело имеет трубчатое строение, покрытое хитиновым покровом. Они обладают длинным, тонким телом, которое частично погружено в грунт или субстрат. У форонид хорошо развито щупальцевое кольцо вокруг ротового отверстия, используемое для фильтрации пищи из воды. Форониды также имеют примитивную нервную систему и выделительную систему типа протонефридиев.

2. Форониды преимущественно ведут прикрепленный образ жизни, обитают в морском дне, часто зарываясь в песок или ил. Питаются мелкими частицами органического вещества, водорослями и бактериями, которые захватывают своими щупальцами. Размножение осуществляется половым путем, при этом оплодотворение внешнее. Личинки плавающие, свободно перемещающиеся в воде перед оседанием на дно. Поведение форонид связано главным образом с защитой от хищников и поиском пищи.

3. Проведенное многими учёными исследование показало наличие нескольких видов форонид в акватории Приморья. Наиболее распространенными видами являются *Phoronis embryolabi*, *Phoronis ovalis*, *Phoronis muelleri*, *Phoronis psammophila*, *Phoronis hippocrepia*, *Phoronis ijimai*, *Phoronis svetlanae*, *Phoronopsis harmeri*, *Phoronopsis albomaculata*. Эти виды широко распространены вдоль побережья Приморья, особенно в заливах и бухтах с песчаными и илистыми грунтами Японского моря. Другие виды встречаются реже и приурочены к определенным участкам акваторий с особыми условиями среды.

Таким образом, данная работа содержит важную информацию о строении, образе жизни и видовом составе форонид, а также имеет сведения о форонидах, обитающих в акватории Приморья. Это помогает познакомиться с разнообразием живых организмов Приморского края.

2 Разработка урока по теме: «Форониды (Phoronida) Приморского края»

2.1 Структура урока

Цель урока: познакомить учащихся с представителями типа Форониды (Phoronida), обитающими в акватории Приморья, раскрыть особенности строения и экологию форонид.

Учебные задачи:

1. Изучить общую характеристику представителей типа Phoronida.
2. Узнать видовой состав форонид (Phoronida) Приморского края
3. Выявить распространение форонид в водах Японского моря.

Тип урока по теме «Форониды Приморского края»:

По ведущей дидактической цели: изучение нового материала;

По способу организации деятельности: индивидуальный;

По ведущему методу обучения: словесное.

Методы урока: наглядные (работа с рисунками, схемами), словесные (беседа, диалог), практические (поиск информации), дедуктивные (анализ, применение знаний, обобщение).

Средства обучения: компьютер, электронная доска.

План урока:

1. Организационный этап

Проверка готовности класса к занятию.

2. Актуализация знаний

Вопросы для повторения школьного материала:

- Какие особенности строения имеют беспозвоночные?
- Какие классы беспозвоночных известны?
- Каких морских беспозвоночных вы знаете?

3. Изучения нового материала

- Особенности форонид;
- Форониды Приморского края, их распространение

4. Закрепление изученного материала

Вопросы по теме урока:

- Какие главные особенности форонид вы запомнили?
- Сколько всего видов форонид выделяют?
- Какие форониды обитают в Приморском крае?
- Где они в Приморском крае встречаются?

5. Подведение итогов

Подвести итоги урока, отметить успехи учащихся.

2.2 Объяснение нового материала

2.2.1 Общая характеристика форонид

Форониды (Phoronida) – тип морских донных беспозвоночных животных, который является одним из самых малочисленных и наименее изученных типов животных, включающих всего одно семейство – Phoronidacea. Согласно современным данным, в составе типа Phoronida насчитывается всего 15 видов [12].

Форониды – это группа морских беспозвоночных, известных своими трубчатыми жилищами. Их тело вытянутое, червеобразное. В прижизненном состоянии цвет обычно желтоватый, красноватый или коричневатый. Размеры тела варьируют от 10 мм.

Форониды обладают характерным строением тела, которое делится на две зоны: оральную и анальную. Оральная зона расположена на передней части тела и включает лофофор – специализированную структуру, образованную кольцом тонких щупалец, окружающих рот животного. Щупальца лофофора служат для захвата мелких пищевых частиц из окружающей среды методом фильтрации.

Анальная область находится ближе к заднему концу тела и отличается наличием анального отверстия, выделяющего продукты обмена. Здесь также расположены специализированные структуры, такие как анальный бугорок, участвующие в процессах выделения.

Пищеварительная система форонид анатомически простая, представлена U-образно изогнутым пищеварительным трактом, не связанная с дополнительными структурами, но гистологическое строение сложное. У форонид можно выделить девять отделов пищеварительной трубки, гистологическое строение которых различается и свидетельствует о разнообразии выполняемых ими функций [13].

Форониды (Phoronida) имеют замкнутая кровеносная система, состоящая из нисходящей и восходящей частей. Восходящая часть представлена медиальным кровеносным сосудом, по которому кровь движется от ампулы к лофофору.

Все форониды (Phoronida) размножаются половым путем с весны по осень. Некоторые виды являются гермафродитами (имеют как мужские, так и женские репродуктивные органы), но способны к перекрестному оплодотворению (оплодотворяют яйцеклетки других представителей), в то время как другие являются двудомными (имеют разные полы).

Из выше сказанного можно подвести итог, что форониды – это малая группа морских беспозвоночных, включающая 15 видов, известных своими трубчатыми жилищами. Их тело вытянутое, червеобразное. У них пищеварительная система анатомически простая. Кровеносная система замкнутая. Размножаются форониды половым путем.

2.2.2 Видовой состав форонид Приморского края

В Японском море обитают 9 видов форонид: *Phoronis embryolabi*, *Phoronis ovalis*, *Phoronis muelleri*, *Phoronis psammophila*, *Phoronis hippocrepia*, *Phoronis ijimai*, *Phoronis svetlanae*, *Phoronopsis harmeri*, *Phoronopsis albomaculata*.

1. *Phoronis embryolabi* – редкий вид морского беспозвоночного, известного как форонида, обитающий в водах Японского моря. Этот небольшой морской червь характеризуется живорождением, то есть его личинки развиваются внутри тела родителя.

В морях России впервые обнаружен в 2015 году, в бухте Тихая заводь, в заливе Восток Японского моря. Длина трубки составляет 19–20 мм. Длина мягкого тела вдвое меньше длины трубки и составляет 9–10 мм [6]. Вид живет как комменсал в норах роющих креветок *Nihonotrypaea japonica*.

2. *Phoronis muelleri* обитает в Татарском проливе Японского моря, характеризуется наличием оральной зоны закладки щупалец и отсутствие левого латерального мезентерия. Длина тела 20–160 мм, но у большинства особей составляет 30–60 мм. Диаметр тела от 0,2–0,3 мм на переднем конце тела до 0,8–1 мм на заднем конце. Цвет живых животных желтоватый, красноватый или розовый. Этот вид обитает на песчаных, илистых, илисто-песчаных грунтах, предпочитая грунт с высоким содержанием органического вещества.

3. *Phoronis ovalis* обитают на Дальнем востоке в Охотском море, в заливе Анива. Это вид отличаются от других форонид тем, что у них отсутствуют латеральные мезентерии и наличием правого латерального кровеносного сосуда на большем протяжении тела. Длина тела 3–90 мм, обычно не более 3–5 мм. Диаметр тела – 0,1–0,3 мм. Живые животные имеют прозрачные покровы, слегка беловатого или желтоватого цвета. Сверлящий вид, поселяется в толще раковин различных моллюсков (моллюсков) (*Pododesmus*, *Hinnites*, *Modiolus modiolus*, *Chlamys islandicus*, *Crassostrea gigas*, *Fusitriton*), в толще домика баянусов (*Balanus nubilus*), в толще камней, известковых водорослей *Littotamnion*.

4. *Phoronis hippocrepia* – единственный вид форонид, для которого известны как формы, обитающие в песке, так и сверлящие формы. Длина тела 30–100 мм, наиболее часто встречаются особи с длиной тела около 50–70 мм. Диаметр переднего туловищного участка 0,4–0,5 мм, заднего туловищного участка около 1 мм, ампулы – 0,9 мм. Цвет тела живых животных зеленовато-коричневый или желтоватый [12].

Phoronis hippocrepia – единственный вид форонид, для которого известны как формы, обитающие в песке, так и сверлящие формы.

5. *Phoronis psammophila* встречается в Японском море, в заливе Петра Великого. Вид отличается типом продольной мускулатуры (перьевидная), принципиально иным строением нефридиев и наличием одного гигантского нервного волокна. Длина тела 60–190 мм,

диаметр 0,5–2 мм. Цвет живых особей розовый, на прозрачных покровах лофофора заметны белые пятна. Иногда покровы лофофора желтые, красноватые или зеленоватые. Обитает на мелкозернистых, иногда заиленных песках на глубинах от 1 до 35 м, предпочитает глубины 5–10 м [11].

6. *Phoronis svetlanae* отличается мышечной формулой и отсутствием нидаментальных желез и лофофоральных органов, а также наличием только одной воронки нефридиев. Распространён в заливе Восток (мыс Пашенникова) Японского моря. Длина тела со щупальцами 12,3 мм, диаметр 0,5–1,1 мм. Цвет живых особей светло-желтый [10]. Вид сверлит прибрежные камни на глубине 0,5–3 м в прибойной зоне [15].

7. *Phoronis ijimai* обитает в Японском море, в заливе Петра Великого (залив Восток). Вид обитает на твердых грунтах. Длина тела от 8 до 120 мм, наиболее часто встречаются экземпляры с длиной тела 20–40 мм. Диаметр 0,3–2 мм. Покровы у живых животных полупрозрачные, желтоватого или розоватого цвета [17]. Вид обитает на твердых грунтах – сверлит толщу камней и раковин моллюсков.

8. *Phoronopsis albomaculata* характеризуется минимальным числом лент – 42. Обитает в заливе Петра Великого Японского моря. Длина тела до 150 мм, диаметр – 0,5–2 мм. Цвет тела живого животного розоватый, покровы лофофора прозрачные, часто на щупальцах видны пигментные пятна. Вид обитает на гравиевых, песчаных, илисто-песчаных и илистых грунтах от литорали до глубины 55 м.

9. *Phoronopsis harmeri* распространён в Охотском и Японском морях. Вид характеризуется гораздо большим числом лент продольной мускулатуры в отличие от *Phoronopsis albomaculata*. Длина тела от 20 до 220 мм, наиболее часто встречаются особи с длиной тела 40–80 мм. Диаметр тела сильно варьирует вдоль тела животного: наибольший (2–4 мм) – в заднем туловищном участке, наименьший (0,5–1,4 мм) – вблизи головного конца тела. Покровы живых животных желтоватые или розоватые [7]. *Phoronopsis harmeri* поселяется на песчаных и на илисто-песчаных грунтах.

Вывод: в Приморском крае обитают 9 видов форонид, в основном они распространены в заливе Восток, Анива, Петра Великого Японского моря.

2.3 Выводы по уроку

Разработанный урок помогает, учащиеся познакомиться с форонидами. Узнать главные их особенности: форониды представляют собой небольшую группу морских беспозвоночных, насчитывающих около 15 известных видов. Они живут в трубчатых жилищах. Форма тела у форонид вытянутая, червеобразная. Внутреннее строение простое: наличие замкнутой кровеносной системы и элементарная пищеварительная система

свидетельствуют о низком уровне сложности организации внутренних органов. Форониды размножаются половым путём, образуя свободно плавающие личинки-трохофоры, развивающиеся впоследствии в взрослых особей.

Также ребята узнают видовой состав форонид Приморского края и их распространение: на Дальнем востоке в Японском море (залива Анива, Востока, Петра Великого) обитают 9 видов форонид: *Phoronis embryolabi*, *Phoronis ijimai*, *Phoronis ovalis*, *Phoronis muelleri*, *Phoronis psammophila*, *Phoronis hippocrepia*, *Phoronis svetlanae*, *Phoronopsis harmeri*, *Phoronopsis albomaculata*.

Отдельное внимание в уроке уделяется особенностям каждого вида: отличительные характеристики морфологического строения и их распространение. Это позволит сформировать у учащихся целостное понимание экологии и особенностей строения форонид в условиях конкретного географического района.

Данный урок позволяет учащимся узнать особенности строения форонид, а также видовой их состав и распространение в Приморском крае. Этот урок можно использовать внеклассной работе, а также на уроках биологии.

Заключение

В процессе научно-исследовательской практики приобретены первичные навыки самостоятельной научно-исследовательской деятельности, необходимые для дальнейшей профессиональной работы в сфере образования и научных исследований. Были достигнуты следующие результаты:

1. Форониды – это морские беспозвоночные, обитающие во всех акваториях Мирового океана за исключением антарктических широт. В России они встречаются в Балтийском, Черном, Белом, Беринговом, Охотском, Японском морях. Форониды живут в трубках, которые зарыты в песок.

2. В современной структуре типа форонид выделяют 1 класс, 1 отряд, 1 семейство, 2 рода. Род *Phoronis* представлен 11 видами: *Phoronis ovalis*, *Phoronis hippocrepia*, *Phoronis australis*, *Phoronis psammophila*, *Phoronis ijimai*, *Phoronis muelleri*, *Phoronis pallid*, *Phoronis svetianae*, *Phoronis emigi*, *Phoronis embryolabi*, *Phoronis savinkini*. Род *Phoronopsis* представлен 4 видами: *Phoronopsis albomaculata*, *Phoronopsis californica*, *Phoronopsis harmeri*, *Phoronopsis malakhovi*.

3. Характерной особенностью строения форонид является наличие двух зон тела: оральной и анальной. Оральная сторона представлена передним концом тела, несущим лофофор – структуру, состоящую из щупалец, образующих непрерывный ряд вокруг рта. Лофофор служит для фильтрации пищи из воды. Анальная сторона характеризуется наличием анального отверстия и специализированных структур, включая анальный бугорок и нефридийные бугры.

4. В акватории Приморского края обитают 9 видов форонид: *Phoronis embryolabi*, *Phoronis ovalis*, *Phoronis muelleri*, *Phoronis psammophila*, *Phoronis hippocrepia*, *Phoronis ijimai*, *Phoronis svetlanae*, *Phoronopsis harmeri*, *Phoronopsis albomaculata*. Эти виды широко распространены вдоль побережья Приморья, особенно в заливе Восток, Анива, Петра Великого Японского моря.

5. Разработанный урок по теме «Форониды Приморского края» позволяет познакомить учащихся с видовым составом форонид Приморского края, а также узнать их главные особенности и распространение. Данный урок можно использовать внеклассной работе, а также на уроках биологии.

Список использованных источников

1. Веккесер М.В. Организация учебной практики «Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)»: учеб. пособие / М.В. Веккесер, Л.С. Шмультская; под общ. ред. М.В. Веккесер. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2023. – 76 с.
2. Биология МГУ научились различать ископаемые трубки форонид и кольчатых червей. – Текст: электронный // Научная Россия: [сайт]. – 2020. – 3 февраля. – URL: <https://scientificrussia.ru/articles/biologi-mgu-nauchilis-razlichat-iskopaemye-trubki-foronid-i-kolchatyh-chervej> (Дата обращения: 23.06.2025)
3. Гроб П. Развитие личинки, происхождение целома и филогенетические родственные связи Phoronida / П. Гроб. – Текст: электронный // Репозиторий Свободного университета Берлина [сайт]. – 2022. URL: <https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/3190> (Дата обращения: 22.06.2025)
4. Эмиг К.К. Британские и другие форониды. Краткий обзор фауны Великобритании / К.К. Эмиг. – Лондон, 1979. – Т. 13. С. 1-57
5. Темерева Е. Н. Руководство для большого практикума по зоологии беспозвоночных: форониды и мшанки / Е. Н. Темеревой // Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2022. – Ч. 1 95 с.
6. Темерева Е.Н. Новый вид форонид *Phoronis embryolabi*, с новым типом развития и рассмотрением таксономии форонид и штрихкодирования ДНК / Е.Н. Темерева, Чичвархин А. // Систематика беспозвоночных. – 2017. – Т. 31. С. 65-84.
7. Темерева Е.Н. Аннотация доклада «Сравнительный анализ двух видов форонид: дальневосточного *Phoronopsis harmeri* и американского *Phoronopsis viridis* и проблема таксономии типа» /Е.Н.Темерев, Б.В.Неклюдов // Владивосток: ННЦМБ ДВО РАН, 2023. – С. 249–250.
8. Темерева Е.Н. Первое описание личиночных стадий и форониды *Phoronis australis* Haswell, 1883 и анализ мировой фауны личинок форонид / Е.Н Темерева, Т.В. Неретина, А.Н. Ступникова // Биология моря. – 2016. – Т. 41. № 2. С. 104–114
9. Кустов С. Ю. Зоология беспозвоночных: учебник для вузов / С. Ю. Кустов, В. В. Гладун. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 271 с.
10. Темерева Е.Н. Новый вид форониды *Phoronis savinkini* sp. n. из Южно-Китайского моря и анализ таксономического разнообразия Phoronida / Е.Н. Темерева, Б.В.Неклюдов// Зоологический журнал. – 2017. – Т.96. № 9. С. 1285-1308

11. Рупперт Э.Э. Зоология беспозвоночных: функциональные и эволюционные аспекты / Э.Э. Рупперт, Р.С.Фокс, Р.Д. Барнс // Издательский центр «Академия», 2008. –Т. 3. С. 4–448.
12. Темерева Е.Н. Синописис мировой фауны форонид (Phoronida). Научный доклад /Е.Н. Темерева. – Москва: Российская академия наук, 2017. – 73 с.
13. Темерева Е.Н. Синописис мировой фауны форонид (Phoronida). Руководство для большого практикума по зоологии беспозвоночных: форониды и мшанки / Е. Н. Темерева. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2022. – Ч.1. 93 с.
14. Темерева Е.Н. Организация и происхождение кровеносной системы форонид / Е.Н. Темерева, Малахов В.В. / Доклады Академии наук, 2003. – Т. 389. № 4. С. 1–4.
15. Эмиг К.К. Форониды Дальневосточных морей России и их распространение в Тихом океане / К.К Эмиг, А.Н. Голиков // Зоологический журнал. – 1990. – Т. 69. № 6. С. 22–30.
16. Омеляненко В.А. Пелагические личинки бентосных беспозвоночных залива Восток, залива Петра Великого, Японское море: состав, фенология и популяционная динамика /В.А. Омеляненко, В.А. Куликова // Биология моря, 2011. – Т. 7. № 1. С. 7–22.
17. Темерева Е.Н. Биота Российских вод Японского моря / Е. Н. Темерева, О.Н. Зезина / под ред. А.В. Адрианова. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – Т.3. С. 50–136
18. Темерева Е.Н. Новый вид форониды *Phoronopsis malakhovi* (Lophophorata, Phoronida) из Южно-Китайского моря / Е.Н. Темерева // Зоологический журнал. – 2000 – Т. 79. № 9. С. 1088–1093.
19. Темерева Е.Н. Форониды: строение, развитие, мировая фауна и филогения / Темерева Е.Н. – Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2008. – С. 507–261
20. Темерева Е.Н. Новый вид сверлящих форонид *Phoronis svetlanae* (Lophophorata, Phoronida) из Японского моря / Е.Н. Темерева, В.В. Малахов // Зоологический журнал. – 1999. –Т. 78. № 5. С. 626–630.
21. Состав, структура и распределение биоценозов в прибрежных водах залива Посьет (Японское море) /науч. ред.: Скарлато О.А., Голиков А.Н.– В кн.: Биоценозы заливе Посьет Японского моря. Л.: Наука, 1967. – С. 5–61.
22. Тарасов В.Г. Распределение и трофическое районирование донных сообществ мягких грунтов залива Восток Японского моря / В.Г. Тарасов // Биология моря. – 1978. № 6 С. 16–22.