

**К 75-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА НАН УКРАИНЫ  
ТАМАРЫ СЕРГЕЕВНЫ ПЕТИПА<sup>1</sup>**

© Е. В. Павлова, 2002

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Национальной Академии Наук Украины,  
Севастополь, Украина

*Поступила 18 мая 2002 г.*

Тамара Сергеевна Петипа (1927 - 1992) прожила относительно короткую жизнь, но жизнь эта была целиком посвящена науке. Проучившись по настоянию родителей некоторое время в политехническом институте, она ушла на биологический факультет Ростовского Университета, где стала одной из лучших учениц проф. Ф. Д. Мордухай-Болтовского.

Уже в студенческие годы Т. С. начала изучать питание рыб и опубликовала статью о питании молоди массовых рыб Миусского лимана. В этой работе, помимо качественных и количественных данных о потреблении пищи этими рыбами, была проведена оценка их пищевой конкуренции. Можно сказать, что уже тогда ею было выбрано направление будущих исследований, которые можно обозначить, как “трофология морских организмов”.

По окончании Университета Т. С. направили на Севастопольскую биологическую станцию (СБС), где в 1953 г. ей вместе с Е. П. Делало было предложено сдавать экзамены в аспирантуру. По этому поводу В. А. Водяницкий писал: “Делало держала вступительный экзамен в аспирантуру и произвела на нас большое впечатление хорошей подготовкой и основательностью изложения. Петипа, сославшись на плохое самочувствие, отказалась от экзаменов и попросила зачислить ее лаборантом” (“Записки натуралиста”. - 1975 - стр. 91). Как впоследствии рассказывала сама Т. С., свободной должности лаборанта в тот момент на Станции не оказалось, и на некоторое время ее приняли на ставку матроса экспедиционного судна. Это давало нам, ее сотрудникам, повод частенько шутливо поздравлять ее с весьма успешным прохождением научного пути от матроса до члена-корреспондента Национальной Академии наук Украины.

Началом ее гидробиологической карьеры на СБС следует считать кропотливую и, в общем-то, лаборантскую работу по определению массы

наиболее распространенных планктонных организмов Черного моря. Результаты этого тщательно выполненного исследования используются до сих пор при расчете биомассы тех или иных планктонных организмов. Одновременно Т. С. проявляла большой интерес к изучению вертикальных миграций зоопланктона.

В то время одни исследователи считали, что причиной вертикальных миграций является действие света, другие отрицали это. В 1954 г. представилась возможность осуществить непосредственное наблюдение миграций в море. 30 июня во время солнечного затмения Т. С. в течение одного часа провела в Севастопольской бухте 3 серии ловов планктона: при начале затмения в 15 ч, во время наибольшего закрытия диска солнца и при окончании затмения. В период закрытия солнца на 92% на поверхность моря падало всего 6% световых лучей - как в ранне-вечерние сумерки. Собранный материал показал, что лучше всего выражен подъем и последующее опускание у сагитт, личинок декапод и личинок моллюсков. Даже у постоянных обитателей верхних, хорошо освещенных слоев - науплиусов *Copepoda*, *Cladocera* и личинок *Cirripedia* были обнаружены миграции с разной амплитудой. Таким образом, при уменьшении интенсивности света свыше 70% даже в дневное время организмы зоопланктона осуществляют подъем к поверхности независимо от их обычного суточного ритма. Влияние света на миграции можно было считать обоснованным.

В 1951 - 1956 гг. проводились комплексные экспедиционные исследования на большей части акватории Черного моря совместно с Гидрометеорологической обсерваторией Черноморского флота и другими организациями. Анализ сборов по зоопланктону позволил Т. С. опубликовать серию статей в соавторстве с Л. И. Сажиной и Е. П. Делало по количественным показателям зоопланктонных сообществ и их изменениям в

<sup>1</sup> Доклад прочитан на чтениях памяти Т. С. Петипа в декабре 2001 г.

зависимости от гидрологических и гидрохимических условий. В черноморском планктоне были выделены два экологических комплекса: эпи-планктонный - относительно тепловодный и батипланктонный - холодноводный. Вертикальное распределение этих комплексов определяло положение и характер слоев устойчивости, возникающих благодаря изменению температурных и плотностных характеристик.

Одновременно с полевыми исследованиями распределения зоопланктона в Черном море, Т.С. начала проводить экспериментальные работы по изучению питания и дыхания массовых видов зоопланктона - *Acartia clausi* и *Calanus helgolandicus*.

Напомню о состоянии гидробиологии как науки в 50 - 60-е годы 20-го столетия. В предшествующие этим годам десятилетия морская гидробиология развивалась в значительной степени как описательная наука, и собранные в экспедициях материалы изучались лишь в виде зафиксированных в формалине или спирте организмов. Рассматривалось в основном распределение численности и биомассы зафиксированных организмов в сопоставлении с данными гидрологии и гидрохимии. Развивая теорию биологической продуктивности, В. А. Водяницкий стремился переориентировать коллектив сотрудников СБС на изучение жизнедеятельности организмов. Как считал В. А. Водяницкий, следовало изучать морские организмы, соотносясь с их отношением со средой и в совокупности с другими организмами, с их ролью в сообществах и водоеме вообще. "Должно быть чрезвычайно усилено внимание к изучению биологии руководящих видов, однако не только в форме статистического изучения популяций, но особенно - в направлении эколого-физиологического изучения питания, роста, обмена веществ, размножения... Эти исследования должны проводиться как в природе, так и в лаборатории" (Труды СБС, 1964 г. № 8, модифицировано). Старые и освоив новые методы экспериментальных работ, Т. С. занимается изучением трофодинамики морских копепод. Оценка качественного состава их пищи затрагивала водоросли, бактерии, доступные объекты животного корма, детрит разной степени разложения, гумус и растворенное органическое вещество.

Изучение состава пищи у копепод позволило установить широту спектра их питания и показать, что различия в составе корма выражаются в большей степени размерами и доступностью пищевых объектов, чем принадлежностью к отдельным таксономическим категориям или роду пищевых объектов. Была показана существенная

роль детрита и несущественное значение РОВ. Количественные показатели питания копепод, т.е. величины их суточного рациона, оценивались ею при тщательном изучении всех сопутствующих процессов, таких как скорость переваривания, время прохождения пищи по кишечнику, усвоение пищи, формирование фекалий, условия, способствующие избыточному питанию. В результате были установлены предельные концентрации объектов питания, при которых начинается их потребление и преобладание в рационе, а также доказано, что величины рационов копепод зависят от разнообразия, количества пищи в море и от характера ее распределения. Выявлена новая роль избыточного питания. Оно является наиболее выгодным приспособлением для быстрого обеспечения копепод пищей благодаря непосредственному переходу жира из пищевых объектов в организм копепод. Одновременно детально оценивались факторы, способствующие оптимальным условиям питания.

Со способностью питаться тем или иным видом пищи связано строение ротовых конечностей и способ пищевого поведения. Детально исследовав строение ротового аппарата копепод, Т. С. смогла разделить представителей разных видов и стадий развития по типам строения ротовых конечностей и способам движения при поиске пищи. В свою очередь, эти материалы дали возможность выделить и разделить все рачковое планктонное население на жизненные формы. Это во многом облегчило впоследствии расчет энергетического баланса и эффективности трансформации вещества и энергии при определении структуры трофических уровней в сообществах. Путем выделения основных жизненных форм у разных видов все многочисленные пути переноса и превращения вещества и энергии могли быть сгруппированы в более крупные единицы.

Изучение суточной ритмики, механизма, скорости и амплитуды вертикальных миграций копепод дали Т. С. возможность показать существенную роль двигательной активности и пищевого поведения при оценке интенсивности питания. Скрупулезные эксперименты, как правило с применением радиоуглеродной методики, для оценки баланса вещества и энергии у копепод позволили количественно показать, что возможность наиболее полного удовлетворения их пищевых потребностей обеспечивается определенным сочетанием величин рационов, продолжительности переваривания пищи, ее усвояемости и калорийности.

Такое разнообразие подходов и результаты изучения питания и пищевого поведения копепод были представлены Т. С. в качестве кандидат-

ской диссертации в Ученый Совет Института Океанологии в Москве. Однако по предложению оппонентов за эту работу ей была присуждена степень доктора биологических наук.

Особенно важно и ценно, что все оценки пищевых взаимоотношений копепод проводились при сочетании экспериментальных и других традиционно применяемых методов. Естественно, что столь широко поставленные исследования и большое количество затронутых вопросов по питанию планктонных организмов возможно было осуществить только с помощью и при участии сотрудников-единомышленников. В 1965 г. Т. С. создала и возглавила лабораторию структуры и функционирования планктонных сообществ, которая была преобразована в отдел функционирования морских экосистем в 1972 г.

Переход исследований на новый более сложный уровень - изучение трофодинамики сообществ и экосистем пелагиали - предполагал выполнение достаточно длительных полигонных наблюдений в различных районах Мирового океана. За 1967 - 1968 гг. были проведены 2 месячных якорных стоянки на НИС "Академик А. Ковалевский" в центре западной халистазы Черного моря. На начальном этапе изучения пелагических сообществ и экосистем был выбран относительно олиготрофный район моря при фактическом отсутствии течений. Была проведена широкая оценка биологических показателей планктонных организмов по 6 трофическим уровням. Сопоставление количественных и энергетических данных по первичному продуцированию, образованию детрита, приросту живого вещества у зоопланктонных организмов и характеру их использования дало возможность подтвердить наличие двух экологических систем в пелагиали Черного моря. В эпипланктонной экосистеме основной поток вещества и энергии проходит через мелкие формы трофических уровней, детрит производится с большей в 3 раза скоростью, а используется со скоростью вдвое меньшей, чем в батипланктонной экосистеме, где основной поток вещества и энергии идет через крупные формы.

Логическое продолжение работ трофологического направления при исследовании экосистем пелагиали было осуществлено под руководством Т.С. в 3 экспедициях ИнБЮМ. Кроме того, ею был получен огромный материал в 3 экспедициях, организованных Институтом Океанологии РАН. Исследования в различных районах Мирового океана устойчивых и неустойчивых по динамической активности вод дали возможность убедиться, что планктонные организмы разных трофических уровней распределяются неравно-

мерно, и именно наличие такой неравномерности в распределении характеризует, в первую очередь, открытые воды океана. В природе практически отсутствует ситуация, когда организмы в пелагиали распределяются строго равномерно.

Причины образования такой неравномерности и механизмы функционирования планктонных сообществ Т.С. предполагала выяснить, организовав две комплексные экспедиции на НИС "Профессор Водяницкий" в тропические районы Индийского океана. На основании ее публикаций и воспоминаний можно представить широту и последовательность выполняемых работ при изучении трофодинамики пелагических сообществ и экосистем открытых вод океана. С этой целью выбирались динамически активные и неустойчивые зоны, где разнообразие условий давало возможность выявить большее число причин и механизмов образования планктонных скоплений, чем в других, более однородных районах.

На начальном этапе должны быть исследованы динамика вод, гидрохимические, гидрооптические показатели и проведена оценка термохалинной структуры на выбранных полигонах, где выявлялись размеры и состав скоплений. Затем в обнаруженных скоплениях и между ними оценивалась структура пищевых цепей, качественные и количественные показатели всех компонентов (автотрофы, гетеротрофный микрзоопланктон, мезозоопланктон и взвесь). Одновременно проводились работы по оценке функциональных показателей в обнаруженных скоплениях и вне их (питание, дыхание, рост и продукция, скорость размножения, поведенческие реакции и биохимический состав тела) основных модельных видов планктона. Такой комплексный подход к исследованию планктонных скоплений при одновременном изучении всех процессов на одном и том же пятне позволял выявить причины и механизмы образования неравномерности в распределении планктона. Естественно, что механизм образования пятен на разных трофических уровнях чаще всего был различным. Позволю себе вкратце привести результаты изучения неравномерности в распределении океанического планктона на основании монографии Т. С. "Экологические системы в активных динамических зонах Индийского океана" и других ее рукописных работ.

Максимальные скопления автотрофного звена (хлорофилл "а", первичная продукция, биомасса фитопланктона), органической взвеси и гетеротрофов (простейшие и рачковый микрзоопланктон) образуются, главным образом, на границах раздела водных масс при больших температурно-соленостно-плотностных градиентах. Это

свидетельствует о механическом переносе таких пятен течениями или отдельными водными потоками к более высоким границам градиентов, где эти пятна концентрируются. Сочетание указанных процессов можно считать одним из механизмов образования пятен-скоплений автотрофов в зонах подъема вод. Обильные скопления гетеротрофного микрозоопланктона совпадают с зонами обильных пятен первичной продукции, они были найдены на границах раздела водных масс. Как и автотрофы, микрозоопланктон переносится даже слабыми течениями, поэтому его основная масса скапливается в областях относительно слабого подъема и опускания вод. Высокая подвижность более крупного мезозоопланктона способствует его прохождению через многие термохалинные градиенты. Только самые высокие плотности задерживают активно мигрирующих организмов размером 2 - 5 мм и вызывают образование скоплений у верхней границы резкого термоклина. Поэтому миграции как элемент поведения являются одной из причин, приводящих при соответствующих условиях к образованию скоплений мезозоопланктона.

Наличие скоплений существенно влияет на скорости функциональных характеристик у планктонных организмов. Одна из главных причин изменения характера и скорости физиологических процессов у организмов разных трофических уровней - увеличение плотности и агрегированности пищевых объектов и их потребителей по всем пищевым цепям. Другим фактором, способным изменить скорость этих процессов в скоплениях, является прерывистое питание организмов в течение суток. Такое питание обуславливается либо предварительным поиском пищи между скоплениями, либо наличием миграционного поведения. Чем выше степень агрегированности и концентрации пищи в скоплениях, тем интенсивнее процесс питания. Это приводит к возрастанию скорости всех процессов, связанных с питанием, уменьшению трат на энергетический обмен и увеличению доли полезной энергии.

Обилие пятен планктона во всех зонах океана приводит, в целом, к лучшему снабжению организмов пищей для интенсивного роста и размножения. Можно считать, что агрегирование потребителя способствует более оптимальному и рациональному использованию пищевых ресурсов, а агрегирование пищевых объектов помогает полнее и скорее использовать их потребителями.

В 1984 г. Т.С. Петипа за работы по морской биологии была присуждена премия имени Трегубова Французской Академии Наук.

Оценивая творческое наследие Т.С., следует сказать, что ей удалось охватить огромное количество разнообразных проблем, касающихся трофологии мелких планктонных организмов разных трофических уровней. С подобной шириной и глубиной исследования морского планктона были поставлены впервые. Это дает нам право считать Т. С. одним из инициаторов нового направления в морской гидробиологии. За довольно короткий срок ей удалось:

1) Разработать новую методологию исследования планктона: основываясь на тщательно спланированных экспериментах подходить к выявлению закономерностей жизнедеятельности планктонных обитателей в естественных условиях.

2) Выработать новые подходы, применить новые и модифицировать старые методики исследований, как при постановке экспериментов, так и при полевых работах. Несомненно, ее заслугой следует считать внедрение поведенческих и биохимических оценок и методов при планктонных исследованиях.

3) Организовать новый отдел, добиться его оснащения новейшим оборудованием, осуществить ряд крупных комплексных экспедиционных исследований в Черном, Средиземном морях и в Индийском океане.

4) Получить, применяя энергетический подход, и обобщить колоссальный материал по трофическим взаимоотношениям у отдельных видов копепод и морских планктонных сообществ.

5) Выявить причины и механизмы образования неравномерности распределения планктона в природных условиях, ее биологическую целесообразность на основе широкого изучения структурных и функциональных характеристик в планктонных скоплениях.

6) Осуществить комплексные исследования пелагических экосистем в южных морях при глубоком анализе данных гидробиологии и физико-химических показателей среды.

Т. С. всегда и во всем была натуралистом и всячески избегала механистических подходов в своей работе. Рассматривая пелагические сообщества в единстве с окружающей средой, она являлась основоположником по-настоящему "экологического подхода" в планктонных исследованиях. Обладая независимостью суждений, огромной наблюдательностью, талантом экспериментатора и целеустремленностью, Т.С. внесла весомый вклад в развитие так любимой ею гидробиологической науки. Науке, которой она отдала всю свою жизнь.