



**ВЛИЯНИЕ ИДЕЙ Г. Г. ВИНБЕРГА НА МОРСКИЕ ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ
И ПРОДУКЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В ИНСТИТУТЕ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ НАН УКРАИНЫ.
К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ**



31 мая 2005 года исполняется 100 лет со дня рождения выдающегося ученого Георгия Георгиевича Винберга. С именем Г. Г. Винберга связаны достижения отечественной гидробиологии, получившие всемирное признание. Они охватывают широкий круг проблем экологии, фундаментальной и прикладной гидробиологии, лимнологии и экологической физиологии водных организмов. Им разработаны теоретические основы и методология оценки баланса органического вещества в водных экосистемах, сформированы представления об энергетическом подходе к изучению функционирования водных экосистем.

Будучи лимнологом, Г. Г. Винберг неизменно проявлял большой интерес к исследованиям морских гидробиологов, и, в частности, к работам,

проводившимся в Институте биологии южных морей в Севастополе. Прямые контакты с этим научным учреждением в большой степени определил приход в ИнБЮМ в 1959 г. соратника и единомышленника Георгия Георгиевича д.б.н. В. С. Ивлева и создание отдела физиологии животных, а позднее – приход в Институт Л. М. Суцени и ряда других учеников Георгия Георгиевича.

Впервые он приехал в Севастополь летом 1960 г., где участвовал в работах на НИС «Академик Ковалевский» по изучению первичной продукции. В этой экспедиции впервые на Черном море был использован радиоуглеродный метод и получены первые данные по фотосинтезу фитопланктона и концентрации хлорофилла в планктоне. Результаты работы опубликованы в Трудах СБС (т. 17) в совместной с З. З. Финенко и Е. П. Муравлевой статье «Некоторые данные по содержанию хлорофилла в планктоне и первичной продукции Черного моря».

Севастополь знаменовал важные этапы в творческой жизни Георгия Георгиевича. Именно здесь он впервые представил некоторые свои значительные работы, определившие дальнейший ход научных исследований в гидробиологии. На конференции в апреле 1961 г. им был доложен метод расчета вторичной продукции, получивший в дальнейшем широкое признание, в мае 1965 г. – работа по теории роста «Взаимосвязь интенсивности обмена и скорости роста животных», тогда только начинавшей разрабатываться Георгием Георгиевичем. Одну из своих последних работ «Эффективность роста и продукция водных животных», опубликованную в 1986 г. в сборнике «Эффективность роста гидробионтов», он доложил в Севастополе в 1980 г. на конференции Украинского Филиала Всесоюзного Гидробиологического Общества.

Георгий Георгиевич неизменно проявлял самый живой интерес к работам сотрудников Института, что стимулировало исследования по первичной (З. З. Финенко) и вторичной продукции (В. Н. Грезе, В. Е. Заика), энергетическому балансу морских организмов (Л. М. Сущеня, Н. Н. Хмелева, Т.С. Петипа, Г. А. Финенко), температурной зависимости скорости обмена у гидробионтов (И.В. Ивлева), азотистому обмену (З. А. Муравская). Его рецензии на монографии В. Е. Заики, Т.С. Петипа, И. В. Ивлевой – свидетельство его постоянного внимания к эколого-физиологическим и продукционным исследованиям в ИнБЮМ. Георгий Георгиевич оппонировал 3 докторские и 4 кандидатские диссертации сотрудников Института.

Осуществлялась и обратная связь – с одной стороны, – глубокий постоянный интерес Г. Г. к работам, проводившимся в Институте, с другой – огромное влияние идей и представлений Г. Г. Винберга на морские эколого-физиологические и продукционно-биологические исследования.

Опубликованная в 1960 г. монография «Первичная продукция водоемов», в которой систематизированы и обобщены материалы по первичной продукции прудов, озер и морей и обозначены пути дальнейшего изучения первичной продукции, на многие годы определила первично-продукционные исследования на морях. Сейчас трудно себе представить биологическую океанологию без учения о первичной продукции планктона. Развивая идеи Г. Г. Винберга, сотрудники отдела экологической физиологии водорослей ИнБЮМ получили не только огромный фактический материал в различных районах Мирового океана, но и «навели мосты» между экологическими и физиологическими аспектами проблемы продуктивности (З. З. Финенко, Т. М. Кондратьева, Д. К. Крупаткина, Г. П. Берсенева, В. Д. Чмыр, Л. В. Стельмах, Т. Я. Чурилова). Функционально-экологическое направление в гидробиологии – изучение основных жизненных функций организмов в их взаимосвязи и зависимости от условий среды получило в Институте развитие в работах его учеников и последователей.

Важное биологическое значение имеют установленные закономерности, отражающие связь между интенсивностью дыхания и фотосинтеза и объемом клеток одноклеточных водорослей (З. З. Финенко.) Показано, что связь между дыханием и объемом клеток водорослей описывается па-

раболическим уравнением со степенным показателем меньше единицы, который по абсолютному значению близок к полученным для дыхания у различных групп животных. Таким образом, эта важная закономерность, впервые описанная Г. Г. Винбергом, распространяется и на растительные организмы. Не менее важно, что для разных видов водорослей выявлена общая функциональная связь между скоростью роста и фотосинтезом. Работами сотрудников отдела экологической физиологии водорослей показано, что мелкие водоросли могут поддерживать высокую скорость роста при концентрациях питательных элементов в среде ниже, чем требуется для крупных водорослей (З. З. Финенко, Д. К. Крупаткина).

Этот результат привел к развитию идеи, что в районах с низким уровнем первичной продукции виды с малыми размерами клеток более конкурентоспособны, чем крупные. В последующие годы результаты исследований пикопланктона и его роли в олиготрофных водах подтверждают и развивают эти представления о вкладе отдельных видов водорослей в новообразование органического вещества в экосистемах разной трофности. Исследование первично-продукционных процессов сопровождалось созданием адекватных математических моделей, что придавало теоретическим представлениям необходимую строгость и способствовало упорядочению знаний о функционировании фитопланктона на всех уровнях – от организма до сообщества.

Логическим продолжением и развитием работ Г. Г. Винберга по первичной продукции стали его исследования гетеротрофных звеньев продукционного процесса. Разработанный им совместно с В. С. Ивлевым балансовый подход изучения закономерностей трансформации энергии в биологических системах использован в эколого-физиологических исследованиях на морских организмах. Обширные исследования сотрудников отдела физиологии животных и биохимии, а также отдела функционирования экосистем по энергетическому обмену пойкилотермных животных показали универсальность параболической зависимости скорости энергетического обмена от массы тела животных, впервые установленной Г. Г. Винбергом на ракообразных в 1950 г.

К настоящему времени в ИнБЮМ накоплен обширный материал по связи энергетического обмена и массы тела более чем у 50 видов черномор-

ских и средиземноморских беспозвоночных, у 15 видов планктона Индийского океана (Г. И. Аболмасова, Б. Е. Аннинский, Б. Я. Виленкин, М. Н. Виленкина, И. В. Ивлева, Н. И. Минкина, Е. В. Павлова, Л. С. Светличный). Наряду с беспозвоночными, большое внимание в ИнБЮМ уделялось изучению энергетического обмена у рыб. В результате у многих видов рыб Черного, Азовского и Средиземного морей, а также тропических районов Мирового океана определены уровни общего, основного, активного обмена, их связь с массой, возрастом, степенью подвижности рыб и определен их энергетический баланс (Г. Е. Шульман, К. Д. Алексеева, Ю. С. Белокопытин, А. Я. Столбов). Большой цикл работ выполнен в отделе физиологии животных и биохимии по азотистому обмену и роли азота в биоэнергетике морских беспозвоночных и рыб (З. А. Муравская, А. Я. Столбов, О. Ю. Вялова, Е. Н. Ставицкая).

Работы Г. Г. Винберга оказали влияние на исследование температурной зависимости скорости обмена у пойкилотермов. Благодаря его вниманию и поддержке, была выполнена работа И. В. Ивлевой, показавшей, что у адаптированных к температуре водных пойкилотермных животных, независимо от систематического положения и условий обитания, скорость энергетического обмена возрастает с температурой во всем интервале биокинетической зоны, следуя одной и той же закономерности.

Исследованиями скорости метаболизма животных в сочетании с этологическими наблюдениями за характером и скоростью движения рачков установлена связь между величинами общего энергетического обмена и двигательной активностью ракообразных из Черного моря и Индийского океана (Л. С. Светличный, Н. И. Минкина, Е. В. Павлова).

В Институте разработан ряд новых методологических подходов (по расходованию жира, биомеханическим характеристикам плавания, по результатам кино съемки) для оценки затрат энергии на движение у морских беспозвоночных (Г. Е. Шульман, Т. С. Петипа, Т. В. Юнева, Л. С. Светличный). В большинстве исследований на целом ряде ракообразных и рыб разной степени подвижности подтвердилось предвидение Г. Г. Винберга, что среднесуточные затраты энергии на активный обмен в среднем в 2 – 3 раза превышают основной.

Высказанные Г. Г. представления о закономерной связи интенсивности обмена и скорости

роста животных были развиты в работах В. Е. Заики и Н. П. Макаровой. Модель весового роста и индивидуальной продукции животных, в основу которой положено балансовое уравнение, привела к разработке уравнения роста, все параметры которого имели ясный биологический смысл.

В проблеме продуктивности важную роль играют физиологические исследования генеративного и соматического роста. Оба эти процесса теснейшим образом связаны с потреблением пищи, поэтому физиологические аспекты питания во многом являются определяющими для всей проблемы в целом. Работами сотрудников Института впервые установлена степенная зависимость скорости потребления пищи от веса тела у планктонных и донных ракообразных разных систематических групп, аналогичная зависимости скорости энергетического обмена (Л. М. Сущеня, Н. Н. Хмелева). Исследована и описана связь между количеством потребленной пищи и ее концентрацией, температурой, особенностями морфологии клеток водорослей и их размеров (Г. И. Аболмасова, Б. Е. Аннинский, Т. С. Петипа, Т. М. Ковалева, Г. А. Финенко). Исследованы закономерности усвоения пищи морскими беспозвоночными. (Г. А. Финенко, Т. В. Павловская).

Развитие балансового энергетического подхода в изучении трансформации энергии на организменном и популяционном уровнях привело к уточнению балансового равенства и введению новых членов: затрат энергии на генеративный и экзувиальный рост (Н. Н. Хмелева). Исследования общих закономерностей генеративного роста 14 видов морских бентосных ракообразных из разных зон обитания показали, что генеративный рост играет важную роль в общем энергетическом балансе организма. Средняя скорость генеративного роста, рассчитанная за полный жизненный цикл, может превосходить скорость соматического роста в 2 – 5 раз (З. А. Романова). Траты энергии на образование экзоскелетов также представляют значительную часть общих энергетических трат и должны учитываться в бюджете ракообразных.

На основании многочисленных данных рассчитан полный энергетический баланс более чем у 20 видов морских планктонных и бентосных животных, включая виды-вселенцы, нескольких видов рыб в различных трофических и температурных условиях.

Интегральным показателем, характеризующим эффективность трансформации ассимилированной энергии является коэффициент K_2 – эффективность использования ассимилированной энергии на рост. Введение в балансовое равенство скоростей генеративного и экзувиального роста изменило первоначальный смысл и числовое значение этого коэффициента. Коэффициент, рассчитанный с учетом генеративной и экзувиальной продукции, получил название коэффициента использования ассимилированной энергии на продукцию особи или популяции (В. Е. Заика, Н. П. Макарова). Установлены основные закономерности изменения K_2 в онтогенезе животных. Закономерности, выявленные в экспериментах, использованы для расчета продукции зоопланктона физиологическим методом.

Несомненно, под влиянием идей Г. Г. Винберга в ИнБЮМ развивались работы по вторичной продукции и математическому моделированию (В. Н. Грезе, В. С. Тен). Начатые в середине 60-х годов работы по моделированию на первых этапах касались относительно простых эколого-физиологических процессов поведения, питания, роста и скорости продукции морских планктонных животных на уровне организма и по-

пуляции. Созданные модели отдельных элементарных процессов в продуцировании популяций зоопланктона (количественная зависимость между удельной продукцией и средним весом особи, между удельной продукцией и продолжительностью жизни животных) послужили основой для более глубокого анализа продуктивности популяций и сообществ (В. Е. Заика). Балансовый принцип был основой при моделировании влияния температурных и пищевых условий на динамику популяций копепод (Н. В. Шадрин).

На этом частном примере исследований в ИнБЮМ мы попытались показать то огромное влияние идей и представлений Г. Г. Винберга, которое во многом определило развитие морских эколого-физиологических и продукционных исследований во второй половине 20-го века. Без них немислимо создание теории биологической продуктивности. И каждый из нас, кто хоть как-то соприкоснулся с этим великим талантом ученого и человека, должен быть благодарен судьбе – такое счастье выпадает на долю не каждого.

*З. З. Финенко, д. б. н., зав. отд.,
Г. А. Финенко, к. б. н., вед. научн. сотр.*