

# ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

DOI 10.24411/2076-8176-2020-12007

## **Между рыбохозяйственной практикой и наукой: А.А. Лебединцев и первые попытки экосистемного подхода в гидробиологии (к 100-летию со дня смерти учёного)**

*А.Л. РИЖИНАШВИЛИ*

Санкт-Петербургский филиал Института истории естествознания и техники им.  
С.И. Вавилова РАН, Санкт-Петербург, Россия; railway-ecology@yandex.ru

Проведён анализ научного наследия А.А. Лебединцева (1865–1920), работавшего в 1900-е гг. на Никольском рыбноводном заводе. Взгляды Лебединцева анализируются на фоне состояния современных ему гидробиологических исследований, а также с позиции сегодняшних представлений о водной экосистеме. Одна из работ учёного «Попытка определить запасы рыбы в озере по его кислородному балансу», опубликованная в 1908 г., традиционно рассматривается гидробиологами как первое в России производственно-гидробиологическое исследование. Вместе с тем в истории экологии не уделяется внимание тому, что в этой статье ярко проявлен холистический подход к водоёму и высказаны такие положения, которые позволяют рассматривать её как экосистемное исследование. Хотя автор руководствовался чисто практическими задачами, он пришёл к важным теоретическим обобщениям. Лебединцев был первым, кто указал на материальную основу процессов, связывающих живые организмы и неорганические условия существования водоёма. Эта основа — газовый режим водоёма и дыхание организмов. Экспериментальное измерение Лебединцевым скорости дыхания организмов разных групп позволило ему количественно выразить их роль во всей совокупности процессов в водоёме и рассчитать массу рыбы. Кроме того, он обратил внимание на донные отложения как связующее звено между живыми организмами и неживым органическим материалом в круговороте веществ внутри озера. Системный характер исследования Лебединцева резко выделяет его из круга работ современников, которые зани-

мались главным образом количественными исследованиями планктона как непосредственного пищевого объекта рыб.

**Ключевые слова:** А.А. Лебединцев, Никольский рыбоводный завод, водоём, экосистема, газовый обмен, кислородный баланс, круговорот веществ.

Известно, что впервые термин «экосистема» был введён в экологическую науку в 1935 г. английским ботаником А. Тэнсли (van der Valk, 2014). Несколько позже, в 1944 г. в СССР также ботаником В.Н. Сукачевым был предложен термин «биогеоценоз» (Рафес, 1970). Оба этих понятия («экосистема» и «биогеоценоз») обозначают особый уровень организации живой материи, в котором популяции организмов и абиотические компоненты находятся в тесном и неразрывном единстве (Lindeman, 1942). Такое единство достигается за счёт физиологических функций организмов, являющихся основными движителями потоков веществ, энергии и информации. Проблема целостности экосистемного уровня организации и соотношения в ней биотических и абиотических компонентов является одной из центральных в экологии (в том числе, водной — гидробиологии). Разработка названных вопросов учёными традиционно ведётся в рамках дилеммы «холизм — редукционизм» и отражает реальные трудности осмысления биологами сущности сложной системы, включающей одновременно и живые организмы, и элементы неорганической среды (Гиляров, 1988; Ghilarov, 2001). Так, несмотря на то что понятие «экосистема» традиционно считается главнейшим в экологии, большинство современных экологических работ сосредоточено на исследовании популяций видов, а не на познании закономерностей функционирования водных или наземных экосистем (Carmel et al., 2013). Это положение, безусловно, тормозит разработку теории функционирования экосистем. В этой связи историко-научный анализ работ первой четверти XX в., в которых можно встретить идеи, предшествовавшие оформлению экосистемных представлений, имеет особую ценность.

В гидробиологии идеи холизма были восприняты раньше, чем в наземной экологии. Так, ещё в 1887 г. американский учёный С. Форбс обосновал идею «озера как микрокосма» (Schneider, 2000). Весьма примечательно, что далее уже в XX в. именно в ходе исследований водоёмов были разработаны основополагающие принципы экосистемного подхода в экологии (работы Г.Г. Винберга, В.С. Ивлева, Р. Линдемана, Дж.Э. Хатчинсона, братьев Г. и Ю. Одумов и многих других гидробиологов и лимнологов) (Гиляров, 1988). Поэтому и ныне экосистемные исследования в наибольшей степени преобладают в водной экологии, тогда как работы «наземных» экологов сосредоточены главным образом на изучении популяций конкретных видов организмов.

Существуют две основные причины, по которым водная экология оказалась столь близкой к холистическим взглядам. Первая из них очевидна. Озеро — один из наиболее распространённых объектов изучения в гидробиологии. В силу своей замкнутости именно озёра предоставляют удобную возможность проследить и исследовать разнообразные процессы взаимодействия живых и неживых составляющих этого единства. Вторая причина кроется в теоретических основах так называемого продукционного направления в гидробиологии. Современная продукционная гидробиология занимается количественными закономерностями круговорота вещества и энергии в водных экосистемах (Алимов, Богатов, Голубков, 2013). Возникновение этой области было связано с практическими потребностями учёта кормовых организмов (первоначально планктонных) с точки

зрения обеспечения пищей рыб, оценки их запасов и прогнозирования уловов (Карзинкин, 1952). Естественно, что первоначальные попытки проанализировать количественные связи различных групп организмов между собой (по их численности и биомассе) натолкнули исследователей на представления о тесной взаимосвязи и взаимообусловленности объектов и процессов в водоёме. Эта взаимосвязь, в частности, проявляется в участии организмов за счёт своих физиологических функций в круговороте органических веществ в водоёмах. А этот круговорот, как известно, лежит в основе целостности экосистемы как надорганизменной системы.

Всё сказанное делает особенно интересным обращение к ранним гидробиологическим работам, в которых предпринимались попытки осмысления водоёма как единого целого. Первой такой попыткой в Российской империи в начале XX в. была работа по кислородному балансу озера, выполненная гидрохимиком Арсением Арсеньевичем Лебединцевым на Никольском рыбоводном заводе (Лебединцев, 1908а). Она была осуществлена им с целью разработки приёма, позволяющего оценивать запасы рыбы в водоёме. Несмотря на свою чисто утилитарную направленность, исследование Лебединцева привело автора к важным теоретическим выводам. Хотя эти работы и не оказали непосредственного влияния на последующие исследования гидробиологов, однако их анализ имеет значение с точки зрения выявления основных черт экосистемных представлений на этапе их зарождения.

Исследования Лебединцева были хорошо известны и его современникам, и последующим поколениям гидробиологов, включая современных (Широкова, 2010). Однако практически никто не выполнил детального анализа основных принципов, на которых он построил свои работы. Цель настоящей статьи — рассмотреть основополагающие идеи о водоёме как целом, которые развивал Лебединцев, и на основе этого материала проследить некоторые общие черты ранних холистических (экосистемных) представлений в гидробиологии.

### **А.А. Лебединцев и работы Никольского рыбоводного завода**

Гидрохимик Арсений Арсеньевич<sup>1</sup> Лебединцев (1865–1920) был выходцем из семьи священнослужителя (Рикун, 2011). В 1885 г. он окончил с золотой медалью отделение естественных наук физико-математического факультета Новороссийского университета. Первые годы научной карьеры Арсения Арсеньевича были посвящены исследованию химического состава воды южных морей. Он принимал участие в многочисленных морских экспедициях, работая с такими выдающимися деятелями отечественной науки, как Н.И. Андрусов, Н.М. Книпович. В частности, в 1890–1891 гг. исследовал сероводородную зону Чёрного моря. Лебединцевым сконструированы некоторые приборы и усовершенствован ряд гидрохимических методик.

---

<sup>1</sup> В разных работах встречаются разные варианты его имени и отчества (Арсений Аркадьевич, Аркадий Аркадьевич). Имя учёного — Арсений, потому что именно так подписаны его работы. Что касается отчества, то я называю его Арсением Арсеньевичем вслед за автором подробной генеалогии рода Лебединцевых (Рикун, 2011).

С 1902 г. Арсений Арсеньевич начинает работать в гидрохимической лаборатории Никольского рыбопроизводного завода им. В.П. Врасского, возглавляя её (Персова, Печников, 2005; Шевцова, 2014). В первое время он сотрудничал с заводом в качестве прикомандированного Департаментом земледелия специалиста. Но командировка, первоначально рассчитанная на три летних месяца, затянулась на многие годы. В результате Лебединцев практически становится полноценным сотрудником завода, а гидрохимическая лаборатория завода, которую он возглавлял, превратилась в общепризнанный в России центр гидрохимических исследований пресных вод.

Никольский рыбопроизводный (или рыболовный) завод был основан в 1854 г. в селе Никольском Демянского уезда Новгородской губернии помещиком В.П. Врасским (ныне территория завода находится в границах Национального парка «Валдайский»). Первоначально исследования этого первого в России рыбопроизводного учреждения были посвящены в основном вопросам искусственного оплодотворения рыб и другим хозяйственным аспектам, связанным с воспроизводством рыбы. Однако на рубеже XIX–XX вв. благодаря усилиям директора завода выдающегося ихтиолога О.А. Гримма завод стал заниматься научными исследованиями, направленными на изучение окрестных водоёмов и окружающей их местности. При заводе были созданы гидробиологическая и гидрохимическая лаборатории. Ввиду невозможности работы постоянных сотрудников некоторые специалисты прикомандировались сюда на довольно длительные сроки. С 1899 г. здесь стал выходить собственный научный журнал «Из Никольского рыболовного завода». По сути дела, Никольский рыболовный завод стал полноценной научно-исследовательской станцией, занимавшейся широким спектром гидробиологических вопросов, связанных с рыбохозяйственными задачами.

Примечательно, что на Никольском заводе проводились комплексные исследования водоёмов, которые с полным правом можно назвать лимнологическими. Основным модельным (выражаясь с позиции сегодняшнего дня) водоёмом послужило расположенное недалеко от завода озеро Пестово. Сотрудники лабораторий завода принимали участие и в экспедициях за пределами Новгородской губернии, а также обрабатывали присланные им другими специалистами материалы экспедиций и сборов.

Наибольшее количество работ на озере Пестово и других окрестных водоёмах было связано с изучением планктона, его качественного состава, обилия, а также химического состава. Планктон рассматривался на рубеже XIX–XX вв. как основной пищевой объект рыб, поэтому по запасам планктона, как предполагалось, можно было оценивать и то количество рыб, которое может быть выловлено в водоёме (см., например, Скориков, 1904). Однако поначалу планктонные исследования того периода ограничивались в основном систематическими списками видов и учётом их обилия. В то же время оценивалась и сезонная динамика обилия и таксономического состава планктонных организмов, их горизонтальное и вертикальное распределение в водоёме. Здесь следует назвать выполненные на Никольском заводе работы И.Н. Арнольда (1899; 1900), Б.А. Гейнемана (1899), И.В. Кучина (1901), А.С. Скорикова (1904).

С появлением на заводе Лебединцева планктонные исследования приобрели несколько иной характер. Он занимался не только количественным учётом организмов, но и определял их химический (содержание минеральных и органических

(белков, жиров, углеводов) веществ) состав (причём не только планктона, но и рыбы и её икры) (Лебединцев, 1905; Лебединцев, 1908б). Особое значение Лебединцев придавал методике весовых исследований организмов, рассматривая особенности определения сырого и сухого веса.

Подход Лебединцева имел две существенные черты. Первая особенность состояла в том, что этот учёный был ярким сторонником организмоцентризма. Впрочем, само по себе уподобление сложных природных объектов (в данном случае, водоёма) организму было вообще характерной чертой стиля мышления биологов того времени. Так, например, лесовед и лесовод Г.Ф. Морозов (1912) рассматривал лес как сложный организм. Ф. Клементс развил свои представления о сукцессиях и климаксом сообществе, опираясь на аналогию с онтогенезом живого организма, проходящего определённые стадии развития в соответствии с возрастом (van der Valk, 2014).

Однако Лебединцев, исходя из потребностей хозяйства (рыбоводства и рыболовства), выделил в озере ту существенную группу процессов, которая имеет особое и часто решающее значение для всех населяющих его живых организмов. Речь идёт о кислородном режиме водоёма (причём сам Лебединцев употребляет термин «кислородный баланс»), который определяет самую возможность существования рыб. Он подчёркивает, что даже при значительных запасах корма в озере «кислородный баланс к концу зимы все же является решающим» (Лебединцев, Кизерицкий, 1905, с. 2) с точки зрения рыбозаведения, «когда иссякание кислорода в озерах ведёт за собой заморы либо всей рыбы, либо лишь некоторых ее пород» (там же). По мнению Лебединцева (1904, с. 113):

Единственным источником (если не считать репродуцирование кислорода водорослями под влиянием света из угольной кислоты в верхних слоях водоема) для пополнения в воде кислорода, расходуемого, как на дыхание животных, так и на процессы окисления органического мертвого вещества, является атмосфера, причем вода может производить пополнение запаса своего кислорода лишь в тот момент, когда она находится на поверхности водоема, или при смешении с водой, более богатой кислородом.

По Лебединцеву, это особенно важно учитывать в случае исследуемых Никольским рыбзаводом водоёмов, поскольку именно они, как и другие озёра так называемой Озёрной области<sup>2</sup>, находятся подо льдом почти половину года. Подлёдный период является особым периодом в жизни водоёмов, так как в это время они становятся полностью изолированными от атмосферы.

Рассматривая газовый режим водоёмов в нескольких своих статьях, Лебединцев постоянно употребляет такие словосочетания, как «газовый обмен», «жизнедеятельность озера». Он пишет: «...весь процесс газового обмена представляет собой как бы процесс дыхания водоема» (Лебединцев, 1904, с. 113). Лебединцев уподобляет поверхность водоёма «лёгким», куда притекает венозная, а оттекает артериальная кровь. В процессе дыхания озера, как и дыхания организма, наблюдаются и «патологические случаи». В этой связи он рассматривает условия появления сероводорода в водоёмах и случаи минимума кислорода в них. Здесь Арсению Арсеньевичу, очевидно, помогал его опыт работы на Чёрном море.

<sup>2</sup> Озёрной областью традиционно называли Северо-Запад Европейской части России.

Вторая особенность взглядов Лебединцева — рассуждение о круговороте веществ с позиции оценки участия в нём планктона. Он подчёркивал, что всякие исследования озёр имеют ценность для вопросов рыболовства и рыбоводства тогда, когда, среди прочего: «...дают возможность установить полный, так сказать, цикл круговорота органического вещества в данном озере» (Лебединцев, Кизерицкий, 1905, с. 4). Лебединцев полагал, что от особенностей круговорота веществ в конкретном водоёме зависят его биологические и промысловые качества.

Лебединцев пытается дать количественную оценку различным сторонам круговорота веществ в водоёме. Так, оперируя величинами убыли планктона за зиму, он приходит к выводу о количестве мёртвого органического вещества, осевшего на дне озера, «увеличив в грунте на это количество запасы мертвого органического вещества» (Лебединцев, 1908а, с. 90). Далее, учитывая летний период, Лебединцев подсчитывает количество органического вещества, оседающего на дне озера за весь год:

Иначе говоря, на десятину поверхности дна озера Пестово ежегодно попадает мертвого планктона 10,9 пуда, в коих 7,6 пуда чистого органического вещества, коим вносится, судя по нашим анализам планктона, около 3,5 пудов азотистых веществ. Вот какое количество удобрительных туков ежегодно вносится природой в грунт озера, который со временем бесспорно сослужит великую службу земледелию, составляя запас плодородной почвы для будущего (там же, с. 95).

Лебединцев отводит грунту водоёма особую роль в круговороте органических веществ в озере:

Грунт озера, служа как бы кладбищем трупов умерших обитателей озера, а также приносимых в озеро с берегов органических веществ, очевидно постепенно обогащается не успевшими разложиться органическими остатками, придающими ему как особую окраску, так и особые физико-химические свойства, в том числе и способность к более или менее энергичному поглощению кислорода (там же, с. 93).

Применяя ко всем прикладным проблемам, с которыми он имел дело, количественный подход, Лебединцев провёл оценку запасов планктона в озёрах (Лебединцев, Кизерицкий, 1905). В другой работе он попытался решить вопрос об определении запасов рыбы в озере (Лебединцев, 1908а). Именно в этой статье оказался в полной мере выражен холистический взгляд на озеро.

### **Кислородный баланс водоёма и запасы рыбы**

По мнению Лебединцева (1908а), нельзя судить о запасе рыбы в озере, основываясь исключительно на данных уловов, так как в таком случае мы зависим от степени технической оснащённости рыболовства. Естественно, что по мере роста этой оснащённости будет вылавливаться всё большее количество рыбы, даже такой, существование которой в данном водоёме могло ранее и не предполагаться. Поэтому Арсений Арсеньевич говорит о необходимости попытаться определить реально имеющиеся запасы рыбы. Он полагает, что, если для моря или океана в

силу их обширности решение этой задачи пока утопично, то для небольшого замкнутого водоёма оно вполне осуществимо.

Для того чтобы рассчитать запасы рыбы в озере, Лебединцев ставит задачу количественно оценить статьи расхода кислорода в нём в подлёдный период.

На примере озера Пестово Лебединцев рассматривает три статьи («слагаемых») расхода кислорода подо льдом: дыхание рыбы (включая мальков и икру); поглощение планктонными организмами (животными и растительными); окислительные процессы, происходящие в грунте (в том числе дыхание организмов, живущих в грунте). Идея Лебединцева состояла в том, чтобы, оценив общий расход кислорода в озере за зиму, а также отдельно потребление его планктоном и грунтом, определить тот остаток, который и приходится на дыхание рыб. Дальше на основе этих данных возможно рассчитать весовое количество рыбы, которое может потреблять такое количество кислорода. Это можно было сделать, пользуясь результатами физиологических экспериментов по дыханию рыб, мальков и икры. Эксперименты по дыханию рыб и икры были уже ранее проведены Лебединцевым.

Общее потребление кислорода за зиму Лебединцев определял по разнице между максимумом и минимумом потребления кислорода. Проведя сравнения убыли кислорода за три зимы, он сделал важный вывод: «...как запасы кислорода, так и его расход сравнительно не особенно колеблются из года в год» (Лебединцев, 1908а, с. 88).

Далее Лебединцев поставил опыты по потреблению кислорода планктоном и грунтом. Он задался целью «определить экспериментальным путем количество кислорода, потребляемое 1 весовой частью планктона (считая на сухое вещество планктона) в единицу времени» (там же, с. 90). Слянки с планктоном экспонировались в сосуде с проточной водой при температуре 1,6–2 град., «каковую обыкновенно имеет зимой вода озера». По разнице в содержании кислорода в начале опыта и в конце (в воде склянок с планктоном) определялось потребление кислорода с пересчётом на единицу веса и единицу времени:

Зная, как мы видим, объем склянки, содержание в ней кислорода до начала опыта, количество взятого планктона, время продолжения опыта и наконец содержание остающегося в склянке неизрасходованным кислородом, мы имеем возможность определить, какое количество кислорода поглощается весовой единицей планктона в единицу времени (там же, с. 91).

В результате расчётов Лебединцев определил, что за зиму планктон потребляет 6 % от всего количества расходуемого за этот период озером кислорода.

Эксперименты с потреблением кислорода грунтом проводились Лебединцевым с помощью склянок с притёртыми пробками, в которых помещались образцы грунта, заливавшиеся водой. Слянки помещались в проточную воду с постоянной температурой (такой же, как и для опытов с планктоном — 1,6–2 градуса; автор полагал, что эти величины близки к значениям придонной температуры озера зимой). Слянки с грунтом находились в темноте в течение нескольких дней (вплоть до нескольких недель). В ходе периодического определения содержания кислорода в воде из опытных склянок Лебединцев обнаружил, что с каждым днём поглотительная способность грунта в отношении кислорода падает. Учёный предположил, что

так происходит в условиях опыта. В условиях озера же ситуация может быть несколько иной:

В озере новые и новые мертвые разлагающиеся вещества, попадающие в грунт, конечно будут поддерживать эту поглотительную способность ежедневно и она может падать вообще в зависимости от жизнедеятельности озера в различное время года. К концу зимы, когда жизнь в озере вообще замирает, пополнение запаса органических веществ в грунте уменьшается, уменьшается, можно полагать, и поглотительная способность его к кислороду (там же, с. 99).

Основываясь на результатах экспериментов, Лебединцев подводит общий количественный баланс кислорода в озере Пестово, на основе которого собирается рассчитывать весовое количество рыбы. По его расчётам:

<...> общий расход кислорода за зиму составляет 45% всего запаса кислорода в озере к началу зимы. 6% этого расхода идет на планктон, 83% на грунт и лишь 11% приходится на рыбу. Теперь мы переходим к расчислению количества рыбы по весу, ведя расчет по количеству кислорода, расходуемого 1 весовой единицей рыбы в единицу времени (там же, с. 100).

Лебединцев обращает внимание на видовую принадлежность рыб, обитающих в озере: <...> как показали наши наблюдения, на 1 весовую часть снетка требуется в единицу времени кислорода почти в 3 раза более, чем для уклей. Таким образом при имеющемся запасе кислорода в данном месте уклей может там прожить в 3 раза больше, чем снетка (там же, с. 104–105).

Основываясь на экспериментах по дыханию рыб (кстати, проведённых ранее при температуре, близкой к температуре опытов с планктоном и грунтом), Лебединцев принимает среднюю величину потребления кислорода 1 пудом мелкой рыбы (именно мелкая рыба преобладает в озере Пестово) за всю зиму (133 дня) и определяет общий запас рыбы в озере. Сопоставляя эти данные с величиной уловов, он приходит к выводу, что вылавливается около 10 % имеющихся в озере запасов. В заключение Лебединцев подчёркивает, что условия постановки им лабораторных опытов «не вполне подходят к условиям, при которых происходят те же явления в природе, а именно в данном случае в озере» (там же, с. 111).

Таким образом, Лебединцев предлагает оценивать продуктивность водоёма не по уловам, а по величине запасов рыбы, которая реально участвует своей жизнедеятельностью в газовом режиме водоёма. Для этого необходима постановка эколого-физиологических экспериментов по потреблению организмами кислорода.

### **Главные особенности представлений А.А. Лебединцева о единстве и целостности озера**

Идея единства и целостности озера была достаточно обычной в кругу исследователей водоёмов начала XX в. Так, П.С. Гальцов (1913), изучавший Косинские озёра и предложивший подход к их классификации, писал, что водоём с биологи-



ческой точки зрения представляет собой единое целое. В ходе рыбохозяйственных и научно-промысловых исследований специалисты видели целостность водоёма в тесной связи его физико-географических, биологических и экономических особенностей (Кузнецов, 1912). Однако никто из учёных не раскрывал тех механизмов и процессов, которые лежат в основе этой целостности.

Лебединцев был, по всей видимости, первым, кто указал на материальную основу процессов, связывающих живые организмы и неорганические условия существования водоёма. Эта основа — газовый режим водоёма и дыхание организмов. Показательно, что Лебединцев выбрал для исследований такой период в сезонной жизни озера, когда оно максимально изолировано, по крайней мере от атмосферы. Это в ещё большей степени подчёркивает конкретность восприятия учёным водоёма как некоего цельного и обособленного за счёт своей замкнутости объекта.

Интересно, что при таком подходе соответствие между рыбой и её кормовым объектом (планктоном) рассматривается Лебединцевым не как прямолинейное и непосредственное, а как отношение более сложного характера, включённое в систему общих связей в озере. Согласно взглядам этого учёного, количество и качество планктона играет роль как бы этапа в обмене веществ в водоёме при питании хищных рыб, поедающих себе подобных (Лебединцев, 1913). Важно, что Лебединцев предложил подход к количественной оценке вклада отдельных групп организмов в общий круговорот органических веществ в озере через учёт потребления кислорода рыбой и планктоном.

Работа Лебединцева 1908 г. по кислородному балансу озёр не имела аналогов ни у нас в стране, ни за рубежом. Стоит вспомнить, что широко известное исследование американского лимнолога Э. Берджа о «дыхании» озёр было опубликовано только в 1911 г. (Birge, Juday, 1911). Несомненно, что работы Лебединцева резко выделялись из круга современных ему, они далеко опережали своё время.

Примечательно подчёркивание Лебединцевым понятия «кислородный баланс», правда, он учитывает только расход кислорода. Первостепенное значение газового режима логично вытекает из его понимания озера как организма с присущими ему функциями (в частности, дыханием). С другой стороны, необходимо принять во внимание, что Лебединцев придавал наибольшее значение изучению водоёмов в зимний (подлёдный) период, который является наиболее критичным с точки зрения жизненного цикла рыб, так как именно зимой чаще происходят заморы. При наличии ледяного покрова обмен газами с атмосферой, понятно, исключён. Не происходит (вернее, крайне ограничен по скорости) и фотосинтез. Эти обстоятельства дают возможность рассматривать водоём как замкнутую систему, в которой происходит только разрушение органического вещества, сопровождающееся потреблением кислорода. Количественное выражение потребления кислорода разными частями водоёма способствует пониманию их роли в процессах в озере как целом.

Нужно отметить, что в дальнейшем Лебединцев не развивал свою методику определения рыбных запасов. Не возвращались к ней и другие авторы. Впоследствии при оценке вклада Лебединцева в развитие представлений о продуктивности водоёмов его работа 1908 г. по определению запасов рыбы только упоминается и кратко характеризуется в двух контекстах. Отмечается, что Лебединцев был представителем так называемого гидрохимического направления в гидробиологии (Жадин, 1940; Карзинкин, 1952), т. е. определял уровень продуктивности по степени влияния организмов на химический состав воды. Такую точку зрения нельзя признать

полностью верной. Авторы упускают из виду, что Лебединцева интересовал не только химический (газовый) режим, но он пытался учесть взаимосвязь основных компонентов водоёма. Другой аспект работам Лебединцева придает Г.Г. Винберг (1960), который высоко их оценивает, считая эти исследования первой попыткой в направлении так называемого биолимнологического изучения водоёмов. Согласно Винбергу (1960, с. 9) биолимнологическое направление в гидробиологии занято «изучением явлений и закономерностей биотического круговорота».

Нетрудно видеть, что исследования Лебединцева были первыми на пути внедрения экосистемных представлений задолго до появления и соответствующего термина, и других работ в этом направлении. Безусловной заслугой автора является особенность его исследования, состоящая в придании первейшего значения обмену организмов, их дыханию. В результате количество кислорода послужило сравнительной единицей, позволявшей проводить сопоставление участия как живых организмов (планктон и рыбы), так и субстрата (грунт водоёма) в общем кислородном балансе озера. Стоит подчеркнуть, что в современных исследованиях универсальным подходом при изучении функционирования экосистемы является энергетический (Алимов, Богатов, Голубков, 2013). Однако непосредственно проводится измерение не энергии, а именно количества выделяемого и потребляемого живыми организмами кислорода. Полученные величины пересчитываются в энергию с помощью известного оксикалорийного коэффициента. Один из основателей продукционной гидробиологии Винберг писал, что независимо от систематической принадлежности обмен по своему механизму един для всех водных организмов, что позволяет сосредоточить усилия именно на исследовании скорости дыхания в водной толще. А это в свою очередь неразрывно связывает биологические процессы с газовым режимом водоёма в целом. Более того, хотя Лебединцев и не говорит об этом прямо, но в своей работе он наметил особую роль донных отложений. Наряду с газовым режимом донные отложения являются тем субстратом, в котором тесная связь живых организмов и неорганической части среды наиболее ярко выражена. Лишь спустя 10 лет, в 1918 г., А. Тинеманн высказал аналогичную идею о тесном единстве и неразрывности живого и неживого компонентов в озере (Lindeman, 1942).

Поразительно, что Лебединцев пришёл к своим крупным теоретическим обобщениям, исходя из чисто практических задач рационализации подходов к определению запасов рыбы и её кормовых объектов. В результате ему удалось разработать основополагающие принципы изучения продуктивности водоёма с точки зрения круговорота органических веществ в нём.

Очевидно, что в 1900-е гг. гидробиологи не были готовы к восприятию системных идей, поэтому только в 1920-е гг. независимо от взглядов Лебединцева другие учёные обратились к исследованию газового режима водоёма и дыхания и фотосинтеза организмов планктона с точки зрения продуктивности (Rizhinashvili, 2020).

Сам Арсений Арсеньевич после 1912 г., приняв от О.А. Гримма заведование Никольским рыбноводным заводом, практически отошёл от научных исследований (Шевцова, 2014).

Необходимо упомянуть и о социальной стороне исследований Лебединцева. Будучи сотрудником рыбохозяйственного учреждения, Лебединцев, разумеется, был обязан выполнять прикладные исследования. Решая хозяйственные задачи, он был убеждён, что его исследования послужат исправлению сложившейся тяжелой социальной обстановки, когда крестьянство было вынуждено голодать. В рыбновод-

стве он видел путь демократизации крестьянского хозяйства, обеспечения крестьян достаточным количеством пищи. Он рассматривал его как «средство отчасти помочь крайне безотрадному сейчас экономическому положению населения, особенно ввиду хронических неурожаев и постоянному недоеданию» (Лебединцев, Кизерицкий, 1905, с. 1–2). В этом идея Лебединцева в какой-то мере перекликается с произнесёнными почти 30 лет спустя словами А. Тинеманна, одного из основателей лимнологии, который видел в этой науке путь приобщения человечества к ценностям познания взаимосвязи всех явлений в мире, связи «всего со всем»: «Подобное восприятие природы в целом призвано играть все большую роль в постепенном преодолении духовного и культурного кризиса современности» (Тинеманн, 1935, с. 82).

## Литература

- Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М.* Продукционная гидробиология / под ред. В.В. Хлебовича. СПб.: Наука, 2013. 343 с.
- Арнольд И.Н.* О планктонных исследованиях на Никольском рыбоводном заводе в 1897 г. Предварительный отчет // Из Никольского рыбоводного завода. 1899. № 1. С. 1–9.
- Арнольд И.Н.* О летнем и зимнем составе планктона некоторых водоемов Валдайской возвышенности в связи с вопросом о питании рыб // Из Никольского рыбоводного завода. 1900. № 3. С. 1–38.
- Винберг Г.Г.* Первичная продукция водоемов. Минск: Изд-во Академии наук БССР, 1960. 329 с.
- Гальцов П.С.* Исследование Косинских озер // Дневник зоологического отделения Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии. 1913. Т. 3. № 11. С. 1–48.
- Гейнеман Б.А.* О планктонных исследованиях на оз. Пестово в 1898 г. Отчет // Из Никольского рыбоводного завода. 1899. № 1. С. 13–33.
- Гиляров А.М.* Соотношение органицизма и редуционизма как основных методологических подходов в экологии // Журнал общей биологии. 1988. Т. 69. № 2. С. 202–217.
- Жадин В.И.* Фауна рек и водохранилищ. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 992 с.
- Карзинкин Г.Г.* Основы биологической продуктивности водоемов. М.: Пищепромиздат, 1952. 344 с.
- Кузнецов И.Д.* История возникновения и организация Псковской промыслово-научной экспедиции. Псков: Электрич. типо-лит. Псковского Губернского Земства, 1912. 32 с.
- Кучин И.В.* Количественное определение планктона Пестовского озера за 1899–1900 гг. // Из Никольского рыбоводного завода. 1901. № 4. С. 42–72.
- Лебединцев А.А.* Газовый обмен в замкнутых водоемах и его значение для рыбоводства // Из Никольского рыбоводного завода. 1904. № 9. С. 113–136.
- Лебединцев А.А.* Предварительные исследования в 1905 году озер Валдайского и Демянского уездов в целях рыбоводства // Вестник рыбопромышленности. 1905. № 4. С. 227–237.
- Лебединцев А.А.* Попытка определить запасы рыбы в озере по его кислородному балансу // Из Никольского рыбоводного завода. 1908а. № 11. С. 81–111.
- Лебединцев А.А.* Результаты анализа осенней воды и планктонных уловов оз. Ильменя, Новгородской губернии // Из Никольского рыбоводного завода. 1908б. № 11. С. 70–81.
- Лебединцев А.А.* Метеорологические и гидрологические исследования Псковского водоема зимой (январь, февраль и март 1902 года). Псков: Электрич. типо-лит. Псковского Губернского Земства, 1913. 66 с.

*Лебединцев А.А., Кизерицкий В.А.* Запасы природного корма в некоторых новгородских озерах к концу зимы 1905 года. Новгород: Губернская Типография, 1905. 11 с.

*Морозов Г.Ф.* Учение о лесе. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургской городской администрации, 1912. 83 с.

*Персова О.П., Печников А.С.* К истории рыбохозяйственных исследований в России (ГосНИОРХ — этапы большого пути). М.: Росинформагротех, 2005. 324 с.

*Рафес П.М.* Развитие учения о биогеоценозах // Очерки по истории экологии. М.: Наука, 1970. С. 147–193.

*Рикун И.Э.* Одесские страницы биографии Г.А. Гамова // Odessa Astronomical Publications. 2011. Vol. 24. P. 8–13.

*Скориков А.С.* К сведениям о планктоне оз. Пестово // Из Никольского рыбноводного за- вода. 1904. № 9. С. 41–112.

*Тинеманн А.* О сущности лимнологии и ее значении для культуры современности // Природа. 1935. № 1. С. 79–82.

*Шевцова В.А.* Колыбель российского рыбноводства. Тверь: Альфа-Пресс, 2014. 80 с.

*Широкова В.А.* Гидрохимия в России. Очерки истории. М.: ИИЕТ РАН, 2010. 274 с.

*Birge E.A., Juday C.* The inland lakes of Wisconsin: the dissolved gases of the water and their biological significance // Wisconsin Geological and Natural History Survey Bulletin. 1911. Vol. 22. P. 1–259.

*Carmel Y., Kent R., Bar-Massada A., Blank L., Liberzon J., Nezer O., Sapir G., Federman R.* Trends in Ecological Research during the Last Three Decades — a Systematic Review // PLOS One. 2013. Vol. 8. Issue 4. e59813.

*Ghilarov A.M.* The changing place of theory in 20th century ecology: from universal laws to array of methodologies // Oikos. 2001. Vol. 92. P. 357–362.

*Lindeman R.L.* The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology // Ecology. 1942. Vol. 23. P. 399–418.

*Rizhinashvili A.L.* Vyachelav M. Rylov (1889–1942) // SILnews. 2020. Issue 75. P. 18.

*Schneider D.W.* Local Knowledge, Environmental Politics, and the Founding of Ecology in the United States: Stephen Forbes and “The Lake as a Microcosm” (1887) // Isis. 2000. Vol. 91. P. 681–705.

*Valk van der A.G.* From Formation to Ecosystem: Tansley’s Response to Clements’ Climax // Journal of the History of Biology. 2014. Vol. 47. P. 293–321.

## **Between fishery and science: Arsenii A. Lebedintsev and the first attempts at the holistic approach in aquatic ecology (towards the centenary of his death)**

*ALEXANDRA L. RIZHINASHVILI*

S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology, St Petersburg Branch, Russian  
Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia; railway-ecology@yandex.ru

The paper analyses the scientific legacy of Arsenii A. Lebedintsev (1865–1920) who worked at the Nikolsky fishery plant in the 1900s. Lebedintsev’s views are analysed in the context of hydrobiological research of the time and from the standpoint of modern concept of aquatic ecosystem. One of the scientist’s works, “An attempt at estimating fish stock in a lake based on its oxygen balance”,

published in 1908, is traditionally regarded by limnologists as the first production study in Russia. However, the historians of ecology overlook the fact that this article clearly demonstrates a holistic approach to the lake and may be regarded as an ecosystem study. Although the author was guided by purely practical considerations, he made the important theoretical generalisations. Lebedintsev was the first to point out at the material basis of the processes that link living organisms and inorganic conditions of the reservoir. This basis is gas conditions and the respiration of the organisms living in the reservoir. The experimental measurement of respiration rate of the different groups of organisms allowed Lebedintsev to quantify their role in the entire set of processes occurring in the lake and calculate the weight of fish. In addition, he pointed out at the bottom sediments as a link connecting the living organisms with inanimate organic matter in the cycle of substances in the lake. The systemic nature of Lebedintsev's study sharply distinguishes it from the works of his contemporaries, who mainly focused on the quantitative studies of plankton as a direct food item for fish.

**Keywords:** Arsenii A. Lebedintsev, Nikolsky fishery plant, waterbody, ecosystem, gas exchange, oxygen balance, matter cycle.

## References

Alimov A.F., Bogatov V.V., Golubkov S.M. (2013). *Produksionnaia gidrobiologiya* [Production hydrobiology], St Petersburg: Nauka.

Arnold I.N. (1899). O planktonnykh issledovaniyakh na Nikol'skom rybovodnom Zavode v 1897 g. Predvaritelnyy otchet [On plankton investigations in Nikolsky fishery plant. Preliminary report], *Iz Nikol'skogo rybovodnogo zavoda* [From Nikolsky fish farm], 1, 1–9.

Arnold I.N. (1900). O letnem i zimnem sostave planktona nekotorykh vodoemov Valdayskoy vozvysheynosti v svyazi s voprosom o pitanii ryb [On summer and winter plankton composition of some water bodies of Valday Upland in connection with fish feeding], *Iz Nikol'skogo rybovodnogo zavoda* [From Nikolsky fish farm], 3, 1–38.

Birge E.A., Juday C. (1911). The inland lakes of Wisconsin: the dissolved gases of the water and their biological significance, *Wisconsin Geological and Natural History Survey Bulletin*, 22, 1–259. Carmel Y., Kent R., Bar-Massada A., Blank L., Liberzon J., Nezer O., Sapir G., Federman R. (2013). Trends in Ecological Research during the Last Three Decades — a Systematic Review, *PLoS One*, 8, e59813.

Galtsov P.S. (1913). Issledovanie Kosinskikh ozer [Investigations on Kosino Lakes], *Dnevnik zoologicheskogo otdeleniya Obshchestva lyubiteley estestvoznaniya, antropologii i etnografii*, 3 (11), 1–48. Geyneman B.A. (1899). O planktonnykh issledovaniyakh na oz. Pestovo v 1898 g. Otchet [On plankton investigations in Pestovo Lake in 1898. Report], *Iz Nikol'skogo rybovodnogo zavoda* [From Nikolsky fish farm], 1, 13–33.

Ghilarov A.M. (1988). Sootnoshenie organitsizma i reduksionizma kak osnovnykh metodologicheskikh podkhodov v ekologii [Relation of the organicism and the reductionism as main methodological approaches in ecology], *Zhurnal Obshchey biologii* [Journal of General Biology], 69 (2), 202–217.

Ghilarov A.M. (2001). The changing place of theory in 20th century ecology: from universal laws to array of methodologies, *Oikos*, 92, 357–362.

Karzinkin G.G. (1952). *Osnovy biologicheskoy produktivnosti vodoemov* [Basics of biological productivity of water bodies], Moscow: Pishchepromizdat.

Kuchin I.V. (1901). Kolichestvennoe opredelenie planktona Pestovskogo ozera za 1899–1900 gg. [Quantitative research of the plankton of Pestovo Lake in 1899–1900], *Iz Nikol'skogo rybovodnogo zavoda* [From Nikolsky fish farm], 4, 42–72.

Kuznetsov I.D. (1912). *Istoriya vozniknoveniya i organizatsiya Pskovskoy promyslovo-nauchnoy ekspeditsii* [The history of Pskov expedition], Pskov: Tipografiya Pskovskogo Gubernskogo Zemstva.

Lebedintsev A.A. (1904). Gazovyy obmen v zamknytykh vodoemakh i ego znachenie dlia rybovodstva [Gas exchange in closed reservoirs and its importance for fish farming], *Iz Nikol'skogo rybovodnogo zavoda* [From Nikolsky fish farm], 9, 113–136.

Lebedintsev A.A. (1905). Predvaritel'nye issledovaniia v 1905 godu ozer Valdaiskogo i Demianskogo uezdov v tseliakh rybovodstva [Preliminary studies in 1905 of the lakes of the Valdai and Demyansk counties for the purposes of fish farming], *Vestnik rybopromyshlennosti* [Bulletin fishing industry], 4, 227–237.

Lebedintsev A.A. (1908a). Popytka opredelit' zapasy ryby v ozere po ego kislorodnomu balansu [Attempting to determine fish stocks in the lake by its oxygen balance], *Iz Nikol'skogo rybovodnogo zavoda* [From Nikolsky fish farm], 11, 8–111.

Lebedintsev A.A. (1908b). Rezultaty analiza osenney vody i planktonnykh ulovov ozera Ilmenya Novgorodskoy gubernii [Results of the analysis of autumn water and plankton samples from Ilmen Lake, Novgorod District], *Iz Nikol'skogo rybovodnogo zavoda* [From Nikolsky fish farm], 11, 70–81.

Lebedintsev A.A. (1913). *Meteorologicheskie i gidrologicheskie issledovaniia Pskovskogo vodoema zimoi' (ianvar', fevral' i mart 1902 goda)* [Meteorological and hydrological research of Pskov lake in the winter], Pskov: Tipografiia Pskovskogo Gubernskogo Zemstva. Lebedintsev A.A., Kizeritskii V.A. (1905). *Zapasy prirodnogo korma v nekotorykh novgorodskikh ozerakh k konzu zimy 1905 goda* [Storage of natural food in some Novgorod lakes up to the end of the winter of 1905], Novgorod: Gubernskaia Tipografiia. Lindeman R. (1942). The trophic-dynamic aspect of ecology, *Ecology*, 23 (4), 399–418.

Morozov G.F. (1912). *Uchenie o lese* [Forest Science], St Peterburg: Izd-vo Sankt-Peterburgskoi Gorodskoi Administratsii.

Persova O.P., Pechnikov A.S. (2005). *K istorii rybokhoziaistvennykh issledovaniĭ v Rossii* [Toward to the History of Fisheries Science], Moscow: Rosinformagrotekh. Rafes P.M. (1970). Razvitie ucheniia o biogeotsenozakh [Development of the Doctrine of Biocoenoses]. In *Ocherki po istorii ekologii* [Essays on the History of Ecology] (pp. 147–193). Moskva: Nauka.

Rikun I.E. (2011). Odesskie stranitsy biografii G.A. Gamova [Odessa pages of G.A. Gamov biography], *Odessa Astronomical Publications*, 24, 8–13. Rizhinashvili A.L. (2020). Viachelav M. Rylov (1889–1942). *SILnews*, 75, 18. Schneider D.W. (2000). Local Knowledge, Environmental Politics, and the Founding of Ecology in the United States: Stephen Forbes and “The Lake as a Microcosm” (1887), *Isis*, 91, 681–705. Shevtsova V.A. (2014). *Kolybel' rossiiskogo rybovodstva* [Cradle of Russian Fishery], Tver: Alfa-Press.

Shirokova V.A. (2010). *Gidrokimiia v Rossii* [Hydrochemistry in Russia], Moscow: IJET RAN. Skorikov A.S. (1904). K svedeniiam o planktone ozera Pestovo [To the data on plankton from Pestovo Lake], *Iz Nikol'skogo rybovodnogo zavoda* [From Nikolsky fish farm], 9, 41–112.

Thinemann A. (1935). O sushchnosti limnologii i ee zhachenii dlia kultury sovremennosti [On the essence of limnology and its function within modern culture], *Priroda* [Nature], 1, 79–82.

Valk van der A.G. (2014). From Formation to Ecosystem: Tansley's Response to Clements' Climax, *Journal of the History of Biology*, 47, 293–321.

Vinberg G.G. (1960). *Pervichnaia produktsiia vodoemov* [Primary production of reservoirs], Minsk: Izd-vo Akademii nauk BSSR.

Zhadin V.I. (1940). *Fauna rek i vodokhranilishch* [The Fauna of Rivers and Water Reservoirs], Moscow — Leningrad: Izd-vo AN SSSR.