

ЮДЖИН КОРНЕЛ БАЛОН (1930–2013). ПАМЯТИ КОЛЛЕГИ

Д.А. Павлов*, С.А. Смирнов, Ж.А Черняев****

** Московский государственный университет*

*** Институт проблем экологии и эволюции РАН – ИПЭЭ, Москва*

** E-mail: dimi-pavlov@yandex.ru*



Юджин Корнел Балон, фотография заимствована из Wikimedia Commons, предположительная дата снимка 29 июня 2005 г.

Почти 4 года с нами нет Юджина Корнела Балона (Eugene Kornel Balon), выдающегося учёного, внёсшего неоценимый вклад в такие разделы ихтиологии, как биология, онтогенез и эволюция, и оказавшего существенное влияние на развитие ихтиологии в России.

Юджин родился 1 августа 1930 г. в г. Орлова (Orlová) Моравско-силезского края Чехословакии, окончил польскую¹ начальную школу, а затем (в 1948 г.) польскую гимназию. В Карловом университете в Праге на факультете природоведения он получил степени бакалавра (1952 г.), магистра (1953 г.) и доктора философии (1962 г.). До конца 1960-х гг. Балон работал в Научном институте культивирования рыб и гидробиологии Университета Южной Богемии в Ческе-Будеёвице (Research Institute of Fish Culture and Hydrobiology, University of South Bohemia in České Budějovice) и в Словацкой академии наук в Братиславе.

Проработав несколько лет на Африканском континенте (1967–1971 гг.) в должности ихтиолога и эксперта ФАО Центрального института рыбного хозяйства в Замбии (Central Fisheries Research Institute FAO/UNDP, Chilanga, Zambia), Балон получил приглашение на работу в США. Но он решил работать в Канаде, где ему предоставили должность научного сотрудника на факультете зоологии Университета Торонто (1972 г.). Затем он работал на факультетах зоологии (1972–1995 гг.) и общей биологии (с 1995 г.) университета в Гуэлфе (University of Guelph and Axelrod Institute of Ichthyology). Работая в Африке, Балон познакомился с французенкой Кристиной Флеглер (Christine Flegler). Кристина переехала к нему в Гуэлф, и они поженились в 1980 г. Впоследствии Кристина активно помогала Юджину в подготовке и редактировании статей и книг и сама являлась автором ихтиологических статей.

Работая в университете, Балон совместно с коллегами решил создать новый журнал, посвящённый исключительно биологии рыб – области, в которой университет в Гуэлфе и

¹ После Мюнхенского соглашения, в октябре 1938 г., Орлова и весь регион Заользье были аннексированы Польшей. В начале Второй мировой войны город был захвачен нацистской Германией, а после войны возвращён Чехословакии.

Канада в целом занимали одно из лидирующих положений в мире. Балон обратился в издательство доктора Юнка (Dr. W. Junk Publishing House), и спустя несколько лет был создан журнал «Environmental biology of fishes», публикующий статьи по любым аспектам взаимосвязи между биологией рыб и средой, отметивший в 2016 г. своё сорокалетие. Через 25 лет после основания журнала Балон (Balon, 2002. Р. 2) писал, что журнал был предназначен для того, чтобы «избежать предвзятых мнений и научных догм, противостоять последователям «основного течения» и развивать идеи, которые в то время осмеливались затронуть лишь немногие журналы»². Следует отметить, что только в этом журнале публикуется серия иллюстраций рыб («Fish imagery in art»), изготовленных древними художниками, включая наскальные изображения. В течение многих лет (1974–2002 гг.) Балон являлся главным редактором журнала. Помимо этого, он входил в редколлегия журнала «Вопросы ихтиологии» (с 1993 г.), являлся основателем и редактором серии «Perspectives in vertebrate science» (6 томов, 1980–2002 гг.), редактором серии «Developments in environmental biology of fishes» (22 тома, 1981–2002 гг.), основателем, дизайнером и редактором журнала «Guelph ichthyology reviews» (1990–1995 гг.).

Балон читал лекции для студентов и проводил семинары по следующим дисциплинам: ихтиология, биология рыб, достижения в ихтиологии, достижения в эволюции, рыболовство, управление рыбными запасами, зоология позвоночных, эволюционная биология, эмбриология, оценка структуры популяций рыб, речная экология, экология коралловых рифов, продуктивность искусственных озёр, структура сообществ рыб, эпигенетика, биология целаканта. Он создал чехословацкую школу ихтиологов-эмбриологов, среди которых следует отметить таких учеников и последователей, как Милан Пеняз (Milan Peňáz), Мирослав Прокеш (Miroslav Prokeš) и Владимир Ковач (Vladimír Kováč). В его честь названы два вида рыб: *Gymnocephalus baloni* Holcík & Hensel, 1974 и *Tilapia baloni* Trewavas & Stewart, 1975.

² Здесь и далее перевод первого автора.

Балон опубликовал около 340 научных работ, включая 9 монографий и 2 учебника. Его кругозор и научные интересы чрезвычайно широки. Лишь некоторые основные штрихи его научной деятельности со ссылками на наиболее значимые публикации изложены ниже.

Первые работы Балона, опубликованные с 1957 по 1967 г. на немецком, чешском и словацком языках, посвящены эмбриональному и личиночному развитию карповых рыб, терминологии, используемой для описания развития рыб, индексам, характеризующим рост рыб, и эволюции ихтиофауны Дуная. В 1967 г. вышла его книга «Рыбы Словакии» на словацком языке (Balon, 1967). Результаты исследований Балона по биологии и развитию карпа *Cyprinus carpio* обобщены в монографии, посвящённой одомашниванию карпа от Древнего Рима до наших дней (Balon, 1974a). В этой книге, опубликованной на английском языке и снабжённой большим числом иллюстраций, впервые на основании палеонтологических находок, исторических сведений и сравнительно-морфологических данных приведена история разведения карпа. Проводятся параллели с историей одомашнивания других животных. Следующий обзор по культивированию карпа, включающий новые данные по селекции и коммерческому использованию этого вида в разных странах, опубликован спустя 20 лет (Balon, 1995).

Работы по биологии африканских рыб публикуются, начиная с 1971 г, а две монографии по рыбам оз. Кариба вышли в 1974 г (Balon, 1974b; Balon, Coche, 1974). Позднее под редакцией Балона и с его участием опубликованы следующие книги.

Коллективная монография по гольцам рода *Salvelinus* (Balon, 1980a) является уникальным обзором сведений по таксономии, биогеографии, филогении, морфологии, онтогенезу, экологии, хозяйственному использованию и охране представителей этой группы рыб, характеризующейся чрезвычайной морфологической изменчивостью. Книга содержит большое число высококачественных чёрно-белых и цветных иллюстраций. До настоящего времени подобная сводка по биологии гольцов не была опубликована. В главе книги, посвящённой раннему онтогенезу озёрного гольца-крестивомера *S. namaycush* (Balon,

1980b), проведено сравнение раннего онтогенеза разных форм гольцов и высказываются гипотезы о происхождении симпатричных форм. Монография, посвящённая онтогенезу рыб (Balon, 1985), до настоящего времени является наиболее полной сводкой по сравнению особенностей эмбрионального, личиночного и малькового развития рыб мировой фауны. В ней изложены основные теоретические представления автора о филогении рыб, эволюции заботы производителей о потомстве и эволюции раннего онтогенеза. В 1991 г. вышел том журнала «Environmental biology of fishes», посвящённый биологии латимерии *Latimeria chalumnae* (Musick et al., 1991). В статье по вероятной эволюции биологии размножения этого вида (Balon, 1991) предпринята попытка объяснения продвинутого типа размножения (наличия чрезвычайно крупных яиц диаметром около 90 мм, частично матротрофного питания эмбрионов, их экзогенного питания внутри тела матери за счёт гистотрофной секреции и рождения морфологически продвинутой молоди) у столь древней рыбы, существующей в практически неизменном виде около 400 млн лет. С учётом палеонтологических находок сделан вывод о том, что, как и у других рыб, живорождение латимерии произошло от откладки яиц во внешнюю среду; проводятся параллели с эволюцией способов размножения рыб семейства Cichlidae. В 1994 г. вышел сборник статей, впервые опубликованных в «Environmental biology of fishes», посвящённых деятельности женщин в ихтиологии (Balon et al., 1994). Анализируется жизнь и деятельность трёх женщин: Этельвинн Тревакас (Ethelwynn Trewavas), Розмари Лой-МакКоннелл (Rosemary Lowe-McConnell) и Юджинии Кларк (Eugenie Clark). С одной из них, Юджинией Кларк, выдающейся «леди с копьём» и «леди с акулой», Балон был близко знаком и дружил около полувека, неизменно восхищаясь её энтузиазмом исследователя и человеческим обаянием. Юджиния Кларк совершила множество погружений с аквалангом и в подводных аппаратах до глубины 3600 м и является автором книги «Lady with a Spear» (Clark, 1953), переведённой на многие языки мира.

Близкое сотрудничество Юджина Балона с профессором кафедры ихтиологии Биологического факультета МГУ Сергеем Григорьевичем Крыжановским заложило основу для последующего развития идей в области экологической морфологии и эволюции онтогенеза рыб. Балон неоднократно подчёркивал, что Крыжановский является его учителем. Свободно ориентируясь в русскоязычной литературе и поддерживая контакты с рядом российских исследователей, Балон пропагандировал методы прижизненного исследования эмбрионального и личиночного развития рыб, включая метод бокового микроскопирования, разработанный одним из авторов данной статьи (Черняев, 1962, 1981). Использование этого метода позволило впервые детально описать эмбриональное развитие большого числа видов пресноводных и морских костистых рыб. В июне 1990 г. Балон приехал в Россию в качестве гостя Академии Наук СССР. В Москве он посетил Институт эволюционной морфологии и экологии животных (ИЭМЭЖ) и кафедру ихтиологии МГУ, в Чернобыле – базу Комплексной радиоэкологической экспедиции АН СССР и Чернобыльскую АЭС, в Ленинграде – Зоологический институт (ЗИН) и Биологический институт в Петергофе, где общался с коллегами, в основном, эмбриологами. Он был очень доволен этой поездкой и часто повторял, что она была его давней мечтой (которая осуществилась благодаря горбачевской перестройке). Том, посвящённый биологии латимерии (Musick et al., 1991), предваряет рисунок Нины Рябовой, изображающий недавно родившуюся и взрослую латимерию, названный «The coelacanth perestroika». Нина (в возрасте 10 лет) сделала этот рисунок под впечатлением лекции Балона (Москва, 1990 г.), которую она посетила вместе с отцом, И.Н. Рябовым. И.Н. Рябов, сам выдающийся художник, в то время являлся заведующим лаборатории экологического мониторинга регионов АЭС ИЭМЭЖ (в настоящее время, ИПЭЭ РАН). По просьбе Балона российские исследователи, включая соавтора настоящей статьи, подготовили обзорную статью по развитию экологической морфологии рыб в России (Smirnov et al., 1995). Эта статья вошла в сборник «Ecomorphology of fishes» (Luczkovich et al., 1995). Работы Балона широко

обсуждаются в российской литературе, включая учебники и монографии (Макеева, 1992; Павлов, 2007; Макеева и др., 2011).

В своих работах Балон, основываясь на теории экологических групп и теории этапности развития (Крыжановский, 1948, 1949; Васнецов, 1953; Крыжановский и др., 1953), обосновал новое понимание механизма эволюции, включающего скачковые (от латинского “salto” – скачок) эпигенетические процессы³. Первые работы по классификации репродуктивных гильдий у рыб и терминологии интервалов онтогенеза, основанные на представлениях об эволюционном переходе от более генерализованного (altricial) к более специализированному (presocial) онтогенезу и скачкотном характере онтогенеза опубликованы в 1971 г. на чешском языке (Balon, 1971) и в 1975 г. на английском (Balon, 1975a, 1975b). В личной беседе на семинаре «Когда рыбы становятся ювенильными?» (Братислава, 1997 г.) Балон признался, что в течение многих лет пропагандировал стандартизацию терминологии интервалов онтогенеза рыб, но пришёл к выводу, что она вряд ли возможна: исследователи, работающие в разных областях биологии рыб, используют свои устоявшиеся термины и не намерены их менять.

В аннотации к одной из основных статей по роли эпигенетических процессов в эволюции Балон в сжатой форме формулирует основные представления об эволюции путём эпигенеза (Balon, 2002. Р. 2). «Весь онтогенез состоит из последовательности стабильных состояний. Онтогенез фенотипа не может идти постепенно, а представляет собой скачкотную систему гомеорезиса⁴, проходящую через естественные пороги от одного самоорганизованного состояния к последующему, иерархически более сложному и

³ По определению Балона (Balon, 1990. Р. 3), «эпигенез = взаимодействие элементов развивающегося организма, ведущее к формированию нового фенотипа (включая редкие обратные транскрипции, преодолевающие генетический барьер); эпигенетика = взаимодействие между генными продуктами, клетками, тканями, органами и средой, ведущее к формированию организма и возникновению новообразований». В настоящее время термин «эпигенетика» используется в более узком смысле: «... модификации ДНК и хроматина, которые не меняют саму последовательность ДНК» (Duncan et al., 2014. Р. 208).

⁴ Термин «гомеорезис» означает устойчивый поток: не постоянный параметр, а процесс, изменяющийся во времени, представляющий собой траекторию (Waddington, 1968, цит. по: Balon, 2002).

специализированному. Выбор между двумя стабильными состояниями на одном из уровней этой изменяющейся системы может привести к бифуркациям на более не прямые и более прямые онтогенезы ..., altricial и presocial формы ... Бифуркации в разное время эпигенеза (в частности) суммируются в две разные последовательности онтогенеза, более генерализованную и более специализированную – altricial ↔ presocial гомеоретические состояния ... Если определённые эпигенетические изменения существуют на протяжении нескольких поколений в соответствующих условиях среды и сопровождаются изоляцией, может возникнуть новая эволюционная единица (например, вид)».

Балон неоднократно подчёркивал отличие теории этапности развития российской эмбриологической школы Васнецова, Крыжановского и их последователей от его теории сальтационного онтогенеза (Balon, 1990, 2002, 2004). В соответствии с первой концепцией, морфологические изменения, наблюдаемые в онтогенезе, объясняются как скачкообразные переходы от одного качества к другому. По мнению Балона, эта концепция основывалась на более раннем неправильном применении диалектики к социэкономике. Эта концепция оставалась неизменной как в советской, так и в чехословацкой школах, и никогда не связывалась с таким понятием, как гомеорезис. Она использовалась для формального подразделения онтогенеза и в меньшей степени для выделения объективных границ (порогов) в развитии (Balon, 1990). По мнению Балона, его концепция объясняет сальтационную природу онтогенеза (применимую также и к эволюции) как последовательность стабильных состояний, связанных нестабильными порогами.

Для объяснения универсальности дихотомии в биологии Ю.К. Балон обращается к понятиям существования двух противоположных и взаимодополняющих начал инь и ян древнекитайской философии дао (Balon, 1988, 2002, 2004). Состояние природы, дао, представляет собой динамический процесс постоянных изменений этих противоположных начал. «Эпигенетическое формирование фенотипов включает универсальное выражение стабильности. Геном содержит информацию о прошлых особенностях структур

(онтогенезов) и среды. В каждом репродуктивном цикле фенотип не только строится *de novo* из одной недифференцированной клетки, превращаясь в сложный многоклеточный организм, но и должен подстраиваться под новую и постоянно меняющуюся среду. В каждой генерации новая среда предоставляет выбор для более генерализованного или более специализированного состояния организма. Эпигенез приводит к тому, что фенотип развивается по определённым направлениям» (Balon, 1988. Р. 195). Поскольку филогенез – последовательность онтогенезов, «эпигенетические механизмы, действующие в онтогенезе, являются причиной филогенеза» (Balon, 1988. Р. 203). Модель эволюции онтогенеза повторяется во многих работах Балона и заключается в следующем. В каждой последовательной эволюционной линии (вследствие эпигенетической изменчивости и эпигенетических взаимоотношений) появляются как altricial, так и precocial формы с более специализированными признаками по сравнению с предшествующими поколениями. Например, личиночный период становится всё короче, но объём и плотность желтка всё больше увеличиваются до появления специализированной формы, например формы, размножающейся только раз в жизни и продуцирующей лишь одного потомка. При этом достигается грань, за которой следует вымирание. При определённых условиях эту тенденцию удастся избежать путём ювенилизации. Сходные механизмы, по-видимому, ответственны за таксономическую дивергенцию и пedomорфоз, т.е. процессы, которые приводят к изменению онтогенеза и могут быть канализованы в появление нового таксона (например, Balon, 2004).

В своих последних работах, посвящённых эпигенетическим процессам в эволюции (Balon, 2002, 2004), Балон подвергает критике дарвинизм и неodarвинизм, рассматривая эти представления как идеологическую догму, и противопоставляет им теории сальтационного онтогенеза и эпигенеза, выдвинутые для объяснения возникновения изменчивости онтогенеза и новообразований в эволюции. «Эпигенез создаёт новые фенотипы в соответствии с «инструкциями», поступающими не только от генома... Геном работает в

соответствии с программной информацией, записанной в качестве «памяти» прошлой среды, прошлых онтогенезов и их генетической ассимиляции. Тем не менее, фенотип формируется путём взаимодействия с имеющейся средой и добавления информации о его развитии к инструкциям программной информации... Новообразования появляются только путём эпигенеза» (Balon, 2004. Р. 278).

Эволюционная концепция Балона подвергалась резкой критике со стороны некоторых исследователей. В частности, полемика приводится в одной из его основополагающих статей (Balon, 2004). Следует отметить, что существенная роль эпигенетической изменчивости в эволюции подтверждается современными данными. Индуцируемые средой эпигенетические маркёры, включающие метилирование ДНК и модификацию гистонов, ведут к постоянным изменениям экспрессии генов, оказывая влияние на фенотип организма. Важная роль эпигенетических механизмов состоит в способности клеток запоминать прошлые события, в регуляции этой экспрессии на протяжении жизненного цикла организма и, по-видимому, в её реализации в следующих генерациях (Duncan et al., 2014). Эти результаты подтверждают представление Балона о наличии генетической ассимиляции и определяющей роли эпигенетических процессов в эволюции.

Работая с рыбами на протяжении более полувека, Балон рассматривал проблему этического отношения к этим животным, в частности, в процессе так называемого спортивного рыболовства (Balon, 1987, 2000). Профессиональный лов рыбы на леску с крючком похож на охоту, цель которой поимка и быстрое умерщвление жертвы. Цель же спортивной рыбалки – совершенно иная. Рыболовы-спортсмены заинтересованы не столько в поимке и умерщвлении рыбы, сколько в том, чтобы обмануть её изощрённой приманкой, а затем получить удовольствие от длительного умелого вываживания на тончайшей леске и мельчайшем крючке. Подобное увлечение рассматривается как спорт, которым занимаются для удовольствия, отдыха и соревнования с азартом, вызванным неизвестным исходом. Чем можно оправдать людей, единственных мыслящих существ на Земле, которые посвящают

свой досуг обману других существ, не обладающих разумом? Является ли победа над ними тем, чем можно гордиться? Чем можно оправдать прокалывание рта другому организму, предложив ему пищу или нечто её напоминающее, и продолжить агонию этого создания, вытянув его из родной стихии? Имеем ли мы вообще право отнимать жизнь у другого организма практически только для собственного удовольствия, с целью удовлетворения страсти к мучению или чувства превосходства? Является ли тактика поймал–отпусти (как правило, сопровождающаяся болевыми ощущениями, стрессом и ранением рыбы) решением этических проблем? Эти вопросы, поставленные Балонем, пока остаются без ответа.

Статьи и книги Балона по биологии и эволюции рыб стали классическими, а его теоретическое наследие ещё предстоит осмыслить. Замечательный педагог, учёный и менеджер, Юджин Балон был удивительно чутким и доброжелательным человеком. Таким он навсегда останется в нашей памяти.

БЛАГОДАРНОСТИ

Мы благодарим Кристину Флеглер-Балон (Christine Flegler-Balon), которая поддержала публикацию данной статьи и любезно предоставила материалы по биографии Ю.К. Балона и полный список его публикаций. Выражаем признательность академику РАН Д.С. Павлову за ценные замечания по тексту рукописи.

Работа выполнена при поддержке гранта «Ведущие научные школы» НШ-7894.2016.4 (2016–2017).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Васнецов В.В. 1953. Этапы развития костистых рыб // Очерки по общим вопросам ихтиологии. М.; Л.: Изд-во АН СССР. С. 207–217.

Крыжановский С.Г. 1948. Экологические группы рыб и закономерности их развития // Изв. ТИНРО. Т. 27. С. 3–114.

- Крыжановский С.Г.* 1949. Эколого-морфологические закономерности развития карповых, вьюновых и сомовых рыб // Тр. ИМЖ АН СССР. Вып. 1. С. 5–332.
- Крыжановский С.Г., Дислер Н.Н., Смирнова Е.Н.* 1953. Эколого-морфологические закономерности развития окуневидных рыб (Percoidei) // Там же. Вып. 10. С. 3–138.
- Макеева А.П.* 1992. Эмбриология рыб. М.: МГУ, 216 с.
- Макеева А.П., Павлов Д.С., Павлов Д.А.* 2011. Атлас молоди пресноводных рыб России. М.: Т-во науч. изд. КМК, 383 с.
- Павлов Д.А.* 2007. Морфологическая изменчивость в раннем онтогенезе костистых рыб. М.: ГЕОС, 264 с.
- Черняев Ж.А.* 1962. Вертикальная камера для наблюдения за развитием икры лососевидных рыб // Вопр. ихтиологии. Т. 2. Вып. 3. С. 457–462.
- Черняев Ж.А.* 1981. Метод бокового микроскопирования с применением вертикальной камеры для прижизненного исследования развития икры рыб // Исследования размножения и развития рыб (методическое пособие). М.: Наука. С. 216–221.
- Balon E.K.* 1967. Ryby Slovenska (Fishes of Slovakia). Bratislava: Obzor Press, 420 p.
- Balon E.K.* 1971. The intervals of early fish development and their terminology (a review and proposal) // Vest. Cesk. Spol. Zool. V. 35. № 1. P. 1–8.
- Balon E.K.* 1974a. Domestication of the carp *Cyprinus carpio* L. Toronto: Roy. Ontario Mus. Life Sci. Misc. Publ., 37 p.
<https://ia801407.us.archive.org/31/items/domesticationofc00balo/domesticationofc00balo.pdf>.
- Balon E.K.* 1974b. Fishes of Lake Kariba, Africa: length-weight relationship, a pictorial guide. Neptune City: T.F.H. Publ., 144 p.
- Balon E.K.* 1975a. Reproductive guilds of fishes: a proposal and definition // J. Fish. Res. Board Can. V. 32. P. 821–864.
- Balon E.K.* 1975b. Terminology of intervals in fish development // Ibid. V. 32. P. 1663–1670.

- Balon E.K.* (ed.). 1980a. Charrs: salmonid fishes of the genus *Salvelinus*. Perspectives in vertebrate science 1. The Hague: Dr. W. Junk Publ., 940 p.
- Balon E.K.* 1980b. Early ontogeny of the lake charr, *Salvelinus (Cristivomer) namaycush* // Charrs: salmonid fishes of the genus *Salvelinus*. Perspectives in vertebrate science 1 / Ed. Balon E.K. The Hague: Dr. W. Junk Publ. P. 485–562.
- Balon E.K.* (ed.). 1985. Early life histories of fishes: new developmental, ecological and evolutionary perspectives // Dev. Environ. Biol. Fish. V. 5. Dordrecht: Dr. W. Junk Publ., 280 p.
- Balon E.K.* 1987. In defence of fishes or the questionable ethics of sportfishing // Ichthus Newsletter. V. 14. P. 2–3.
- Balon E.K.* 1988. Tao of life: universality of dichotomy in biology // Riv. Biol. V. 81. № 2. P. 185–230.
- Balon E.K.* 1990. Epigenesis of an epigeneticist: the development of some alternative concepts on the early ontogeny and evolution of fishes // Guelph Ichthyol. Rev. V. 1. P. 1–42.
- Balon E.K.* 1991. Probable evolution of the coelacanth's reproductive style: lecithotrophy and orally feeding embryos in cichlid fishes and in *Latimeria chalumnae* // Environ. Biol. Fish. V. 32. № 1. P. 249–265.
- Balon E.K.* 1995. Origin and domestication of the wild carp, *Cyprinus carpio*: from Roman gourmets to the swimming flowers // Aquaculture. V. 129. P. 3–48.
- Balon E.K.* 2000. Defending fishes against recreational fishing: an old problem to be solved in the new millennium // Environ. Biol. Fish. V. 57. P. 1–8.
- Balon E.K.* 2002. Epigenetic processes, when natura non facit saltum becomes a myth, and alternative ontogenies a mechanism of evolution // Ibid. V. 65. P. 1–35.
- Balon E.K.* 2004. Evolution by epigenesis: farewell to Darwinism, neo- and otherwise // Riv. Biol. V. 97. № 2. P. 269–312.
- Balon E.K., Coche A.G.* (eds.). 1974. Lake Kariba: a man-made tropical ecosystem in Central Africa. The Hague: Dr. W. Junk Publ., 766 p.

Balon E.K., Bruton M.N., Noakes D.L.G. (eds.). 1994. Women in ichthyology: an anthology in honour of ET, Ro and Genie // Dev. Environ. Biol. Fish. V. 15. Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., 456 p.

Clark E. 1953. Lady with a Spear. New York: Harper & Brothers, 243 p.

Duncan E.J., Gluckman P.D., Dearden P.K. 2014. Epigenetics, plasticity, and evolution: how do we link epigenetic change to phenotype? // J. Exp. Zool. B. Mol. Dev. Evol. V. 322. № 4. P. 208–220.

Luczkovich J.J., Motta P.J., Norton S.F., Liem K.F. (eds.). 1995. Ecomorphology of fishes. Dordrecht: Springer Sci. & Business Media, 307 p.

*Musick J.A., Bruton M.N., Balon E.K. (eds.). 1991. The biology of *Latimeria chalumnae* and evolution of coelacanths // Environ. Biol. Fish. V. 32, 438 p.*

Smirnov S.A., Makeyeva A.P., Smirnov A.I. 1995. Development of ecomorphology of fishes in Russia // Ecomorphology of fishes / Eds. Luczkovich J.J. et al. Dordrecht: Springer Sci. & Business Media. P. 23–33.