

Валентину Германовичу Борхвардту – 80 лет!

Г.О.Черепанов, А.В.Бардин

Геннадий Олегович Черепанов, Александр Васильевич Бардин. Кафедра зоологии позвоночных, биологический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет. Университетская набережная, д. 7/9, Санкт-Петербург, 199034, Россия. E-mail: cherepanov-go@mail.ru; ornis@mail.ru

Поступила в редакцию 15 апреля 2021

В начале 2021 года исполнилось 80 лет со дня рождения доктора биологических наук, профессора Валентина Германовича Борхвардта. Вся жизнь этого учёного связана с кафедрой зоологии позвоночных Ленинградского (Санкт-Петербургского) университета. Сюда он пришёл студентом в 1958 году и проработал до конца 2017 года, когда ушёл на заслуженный отдых. Область своих научных интересов В.Г.Борхвардт определял как эволюционную морфологию и биологию развития, а модельными объектами ему служили позвоночные разных классов. С 1986 по 2001 год он заведовал кафедрой зоологии позвоночных, сумев сохранить её традиции и коллектив в трудные годы «перестройки».



Валентин Германович Борхвардт. Кафедра зоологии позвоночных СПбГУ. 1 сентября 2008 года.

Валентин Германович родился в Ленинграде 18 января 1941 года. Его отец Герман Карлович (1912-2008) окончил Ленинградский институт инженеров гражданского воздушного флота (ЛИИ ГВФ, ныне Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации) по специальности «Радиотехника и приборостроение в авиации». Мама Валентина Сергеевна, в девичестве Тулупова (1917-2002), окончила Ленинградский государственный университет, где училась на образованной в 1931 году кафедре геоботаники, которой до 1941 года заведовал Владимир Николаевич Сукачёв. Отца после окончания института в июле 1939 года направили на работу в один из Красноярских авиаполков. В 1940 году Валентина Сергеевна вернулась в Ленинград, чтобы произвести на свет героя нашего повествования. Перед самой войной семья переехала в Москву, а годы Великой Отечественной войны провела в Казани, куда Г.К.Борхвардта направили работать на испытательно-пересылочный аэродром «Борисоглебский» при Казанском самолётостроительном заводе. Несмотря на то, что Герман Карлович был немцем, он избежал депортации или иных притеснений, будучи высококвалифицированным специалистом и членом партии.



Первоклассники. По левую руку от учительницы – Валя Борхвардт. 1948 год.

Летом 1944 года семья вернулась в Ленинград, недавно освобождённый от вражеской блокады. Герман Карлович начал работать в Ленинградском институте авиационного приборостроения (ЛИАП), где с 1946 по 1972 год, с небольшим перерывом, был деканом факультета радиотехники, электроники и связи (ныне Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, институт радио-

техники, электроники и связи). Валентина Сергеевна до самого выхода на пенсию работала лаборантом кафедры анатомии и систематики высших растений биолого-почвенного факультета Ленинградского университета. В 1948 году Валя пошёл в первый класс. Первые восемь лет он учился в мужской школе № 7 (в 1943 году в Ленинграде было введено раздельное обучение), а девятый и десятый классы заканчивал в школе № 2, где мальчики уже учились вместе с девочками после объединения мужских и женских школ в СССР в 1954 году.

В школе Валентин Борхвардт был «круглым отличником». Когда ко времени окончания школы стал вопрос кем быть, он решил стать палеонтологом и поступать на геологический факультет университета. Однако мама, хорошо знавшая биофак, сообщила ему, что эту науку изучают и на кафедре зоологии позвоночных, где работает палеонтолог Лев Исаакович Хозацкий. Мальчик даже ездил на кафедру встретиться с ним, был очень любезно принят и вдохновлён беседой с талантливым учёным и педагогом. В результате после окончания школы в 1958 году В.Г.Борхвардт поступил на биолого-почвенный факультет Ленинградского университета. Здесь он специализировался на кафедре зоологии позвоночных, а его научным руководителем стал Л.И.Хозацкий. Кафедрой в те годы заведовал Павел Викторович Терентьев (с 1954 по 1965) – известный герпетолог и крупный специалист в области биометрии.



Лев Исаакович Хозацкий (в центре) со своими учениками Валентином Германовичем Борхвардтом (слева) и Юрием Васильевичем Широковым. Кафедра зоологии позвоночных ЛГУ. Март 1970 года.

На кафедре на одном курсе с Валентином учились Анна Гагинская, Владимир Маркович и Борис Шипилов. В то время деканы биолого-почвенного факультета часто менялись: с 1955 по 1958 год деканом была физиолог Мария Илларионовна Прохорова, с 1958 по 1960 – териолог, орнитолог, эколог Георгий Александрович Новиков, с 1960 по 1962 – цитолог Пётр Осипович Макаров, с 1962 по 1965 – ботаник Александр Иннокентьевич Толмачёв, с 1965 по 1969 – энтомолог Александр Сергеевич Данилевский, с 1969 по 1973 – орнитолог Алексей Сергеевич Мальчевский. Последний с 1965 года заведовал кафедрой зоологии позвоночных, а после его смерти в 1985 году заведующим стал В.Г.Борхвардт, к тому времени уже доктор биологических наук.



В.Г.Борхвардт за микроскопом. Кафедра зоологии позвоночных ЛГУ. 21 декабря 1977 года.

Трудовая биография В.Г.Борхвардта проста: студент (1958-1963), аспирант (1963-1966), ассистент (1966-1977), доцент (1977-1986), профессор (с 1986 года). В период с 1986 по 2001 год Валентин Германович был заведующим кафедрой зоологии позвоночных. То были очень трудные годы для университета и нашей страны в целом, многие подававшие надежды молодые учёные бросали науку и уходили из системы образования и Академии наук. Несмотря на это, профессору В.Г.Борхвардту удалось сохранить основной состав кафедры и даже приумножить число

сотрудников. Углублённого в науку Валентина Германовича административная деятельность привлекала мало. Тем не менее, он относился к обязанностям заведующего очень ответственно, всегда был благожелателен к сотрудникам и студентам, а как научный руководитель воспитал целую плеяду учеников, одному из которых он со временем и передал заведование кафедрой.

Во второй половине 1990-х годов на долю Валентина Германовича как заведующего кафедрой выпали тяжёлые испытания. Почти в канун нового 1996 года на кафедре произошёл пожар. Выгорела почти половина помещений, остальные были залиты водой и задымлены. На период следствия В.Г.Борхвардт был отстранён от заведования кафедрой. Сразу после установления причин пожара (короткое замыкание электропроводки) и восстановления в должности Валентин Германович взялся за восстановление помещений кафедры. Его энергия и общая беда сплотили коллектив. Лаборанты, преподаватели и студенты разбирали завалы, отмывали стены, окна и двери, инвентаризировали, сушили и чистили экспонаты зоологических коллекций. К весеннему семестру кафедра вошла в строй, хотя территориально в урезанном виде. Только к 1998 году благодаря финансовой помощи сотрудников и выпускников биофака, а также неравнодушных людей (с благодарностью помним благотворительный концерт Александра Розенбаума) у университета появились средства на ремонтно-восстановительные работы. И здесь Валентин Германович был в первых рядах: обсуждал со строителями ход ремонтных работ, составлял новый план кафедры, вникал во все тонкости строительной технологии.



В конце 1998 года состоялось торжественное открытие обновлённых помещений кафедры. На нём Валентин Германович обратился со словами благодарности ко всем собравшимся: «Конечно, мы хотели пригласить очень многих, чтобы разделить с ними нашу радость, но не в состоянии были это сделать. Поэтому пригласили тех, кто делил с нами нашу печаль. Не всех мы смогли отыскать, не все, к сожалению, смогли прийти. Всем огромное спасибо! Особую благодарность и сочувствие хотим выразить студентам и сотрудникам кафедры зоологии беспозвоночных и цитологии и гистологии (эти соседние кафедры тоже пострадали).

Отдельную благодарность и сочувствие мы выражаем Игорю Алексеевичу Горлинскому, декану биолого-почвенного факультета, чью заботу и помощь мы ощущали все эти три года. Три года прошли. Давайте же мы выпьем за то, чтобы нам чаще приходилось делить радость, нежели печаль!»



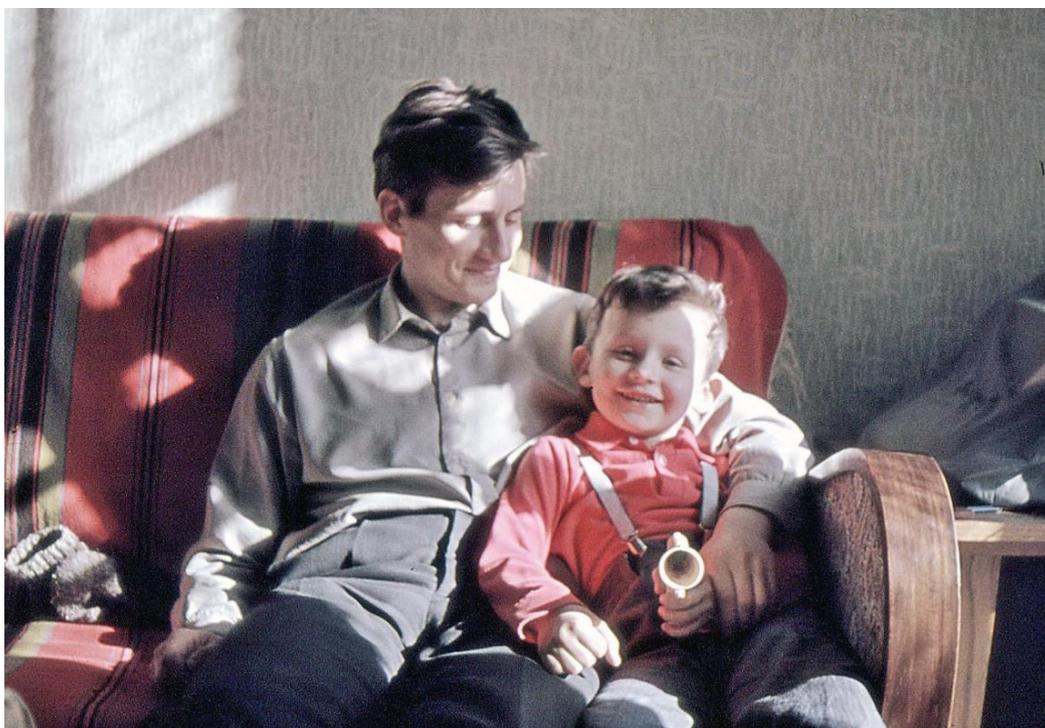
Выпуск бакалавров кафедры зоологии позвоночных СПбГУ 1998 года.
Первый ряд: ассистент Татьяна Германовна Аксёнова, ассистент Ирина Борисовна Савинич, заведующий кафедрой профессор Валентин Германович Борхварт.
Второй ряд: инженер Григорий Павлович Храбров, студент Константин Мартенс, доцент Александр Васильевич Бардин, ассистент Антонина Викторовна Сморгачёва, старший преподаватель Юрий Васильевич Широков, студентки Татьяна Петрова, Виктория Мальм, ?, Аэлита Кочерова, доцент Елена Евгеньевна Коваленко, студентки Лилия Дмитриева, Татьяна Мищенко, Евгения Максимова (Хузахметова). Третий ряд: доцент Геннадий Олегович Черепанов, доцент Рустам Абдуллаевич Сагитов, студентки Елена Смыслова и Анастасия Омельченко.
6 июня 1998 года.

На кафедре зоологии позвоночных Валентин Германович нашёл не только своё призвание и любимую работу на всю жизнь. Здесь он встретил и свое личное счастье – студентку Наташу Гергилевич, с которой они поженились в 1964 году. С тех пор они идут вместе по жизни, деля на двоих и радости, и невзгоды. В 1966 году у них родился сын Дмитрий. На кафедре Наталья Михайловна Гергилевич специализировалась в области териологии. С 1965 года начала работать в Биологическом институте ЛГУ, а с мая 1973 года – в Ленинградском зоопарке. Начала с должности методиста по работе с детьми в Кружке юных зоологов (КЮЗ),

позднее была заведующим научно-просветительного отдела, учёным секретарём, с 1986 по 1995 год – заместителем директора Ленинградского зоопарка по научной части, членом Зоосовета зоопарка. Была создателем и председателем Санкт-Петербургского зоологического общества.



Молодожёны Валентин Борхвардт и Наталья Гергилевич. 1964 год.



В.Г.Борхвардт с сыном Митей. Весна 1972 года.

В студенческие годы интересы В.Г.Борхвардта лежали в области палеонтологии, которой он занимался под руководством Л.И.Хозацкого. Однако вскоре его интересы сместились в область эволюционной морфо-

логии. Основным объектом изучения на долгие годы стал скелет позвоночных животных. В 1970 году Валентин Германович защитил кандидатскую диссертацию «Эволюция хорды позвоночника у круглоротых и рыб». Исследования осевого скелета позвоночных животных были продолжены и завершились написанием докторской диссертации «Морфогенез и эволюция осевого скелета» и её успешной защитой в 1980 году. Через два года под тем же названием в издательстве Ленинградского университета вышла в свет монография.



В.Г.Борхвардт в «морфологической» на кафедре зоологии позвоночных СПбГУ. 28 июня 2007.

В 1980-е годы окончательно сформировались и общенаучные представления В.Г.Борхвардта, часть из них нашла отражение в публикациях «Адаптивность, отбор и направленная эволюция» (1983), «Гомология: живое учение или догма?» (1988). Вокруг Валентина Германовича сплотился небольшой научный коллектив его учеников и последователей. Тематика исследований была широка и разнообразна, но все они были объединены общим методологическим подходом, разработанным В.Г.Борхвардтом. Членами этой исследовательской группы было опубликовано более 200 научных работ (из них 5 монографий), защищены 4 кандидатские и 2 докторские диссертации. Несмотря на успехи руководимой В.Г.Борхвардтом научной группы, морфологическое направление никогда не было доминирующим на кафедре зоологии позвоночных. В

качестве заведующего кафедрой Валентин Германович стремился поддерживать сбалансированный состав преподавателей, представленный специалистами разных зоологических дисциплин – орнитологами, териологами, герпетологами и морфологами. Это открывало широкие возможности специализации на кафедре студентам и аспирантам, за что всегда ратовал Валентин Германович.



Во время подготовки к одному из кафедральных праздников.
Слева направо: Татьяна Германовна Аксёнова, Наталья Михайловна Гергилевич,
Валентин Германович Борхвардт, Юрий Васильевич Широков. 20 апреля 2006.

Эволюционно-морфологические исследования Борхвардта характеризуются оригинальностью методологического подхода. При изучении морфогенетических процессов он широко использует причинный анализ и выяснение механизмов реализации причинно-следственных отношений, в частности, изучает механическое влияние различных органов и тканей на закладку и развитие скелетных элементов позвоночных животных. Это явилось основой для выявления общих морфогенетических закономерностей развития скелета и выводов о ходе его эволюционных преобразований.

В.Г.Борхвардтом опубликовано 67 научных статей, 2 монографии («Морфогенез и эволюция осевого скелета», 1982; «Механические преобразования живых полостных тел», 2009, 2010, 2016) и 1 учебное пособие («Практикум по морфологии позвоночных», 2006; в соавторстве с Г.О.Че-

репановым). Полагая, что основная цель науки – это производить новое знание, Валентин Германович практически не писал тезисов и почти не участвовал в конференциях, считая это занятие лишь тратой времени и средств (как правило, государственных). Все его публикации были полноценными научными статьями, каждая – открытием, иногда небольшим, иногда значительным. Им была разработана теория осевого сегмента, вызвавшая пересмотр взглядов на первичную диплоспондилию и концепцию пересегментации, открыта важная роль механических взаимодействий (в частности, септальных перегородок) в развитии миомеров и осевого скелета позвоночных, выявлены морфогенетические механизмы развития и эволюционирования скелета конечностей тетрапод, предложена общая для всех живых систем гидромеханическая модель морфообразовательных процессов.

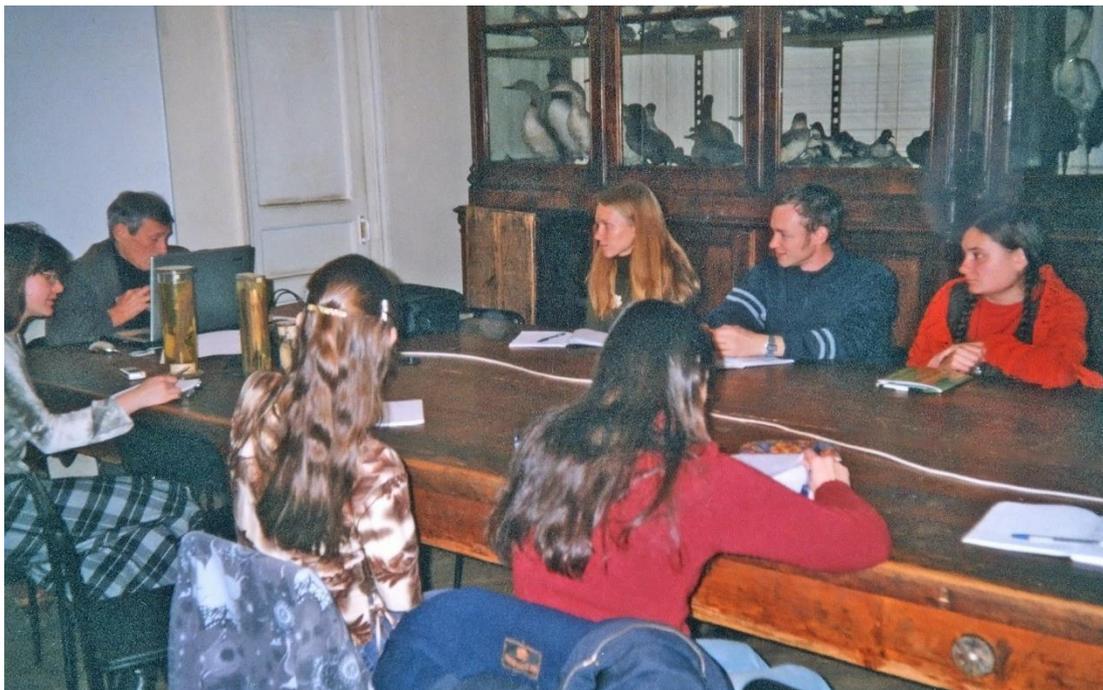


В.Г.Борхвардт. Кафедра зоологии позвоночных. 4 октября 2006.

За долгую работу на кафедре В.Г.Борхвардт вел самые разные практические и лекционные курсы, нередко весьма далекие от его научных интересов. Это и общефакультетский курс «Зоология позвоночных», и такие кафедральные курсы, как «Остеология», «Палеозоология», «Сравнительная анатомия позвоночных», «Ихтиология», а также специально разработанный для студентов магистратуры авторский курс «Морфогенез и эволюция скелета позвоночных».

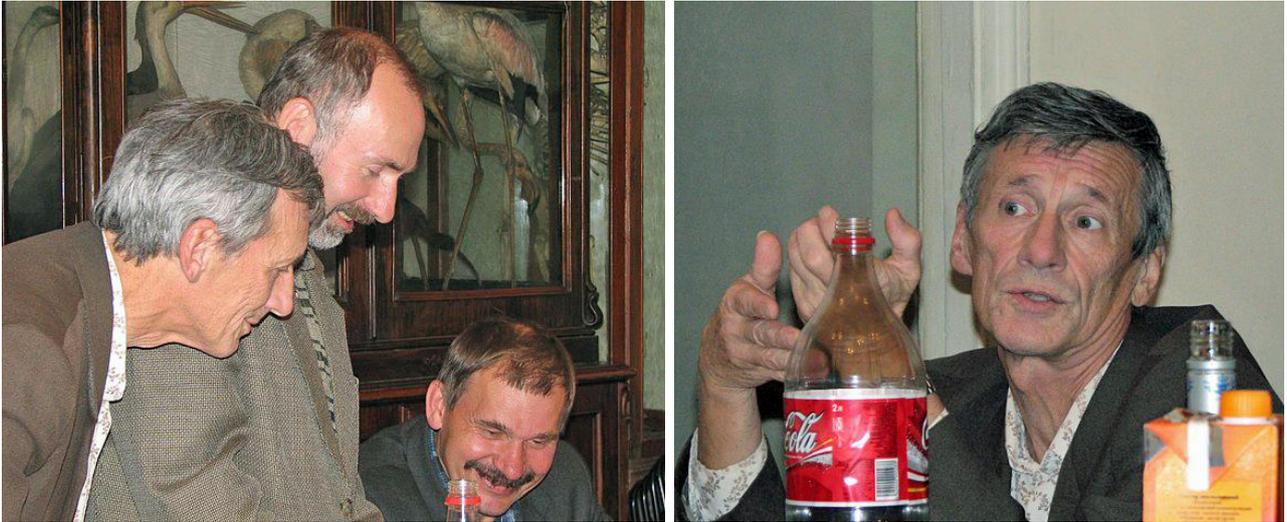


Студент Сергей Резвый сдаёт зачет по сравнительной анатомии позвоночных ассистенту кафедры зоологии позвоночных Валентину Германовичу Борхвардту. Ноябрь 1971 года.



Профессор В.Г.Борхвардт ведёт занятие со студентами.
Кафедра зоологии позвоночных СПбГУ. 2005 год.

В течение многих лет В.Г.Борхвардт вел большую общественную работу. Он был председателем и членом нескольких специализированных советов по защите диссертаций, членом Учёных советов факультета и Биологического института, председателем секции зоологии Головного совета по биологии МВ и ССО РСФСР, членом РИСО факультета, членом редколлегии «Вестника СПбГУ», ответственным редактором серии книг «Жизнь наших птиц и зверей» и т.д.



Валентин Германович Борхвардт, Геннадий Олегович Черепанов, Иван Владимирович Ильинский.
Кафедра зоологии позвоночных СПбГУ. 12 сентября 2006.



Валентин Германович Борхвардт и Татьяна Германовна Аксёнова.
Кафедра зоологии позвоночных СПбГУ. 19 октября 2006.

Для сбора материалов для своих исследований В.Г.Борхвардт совершил целый ряд экспедиций – на Кавказ, в Якутию, Среднюю Азию, на Чёрное море, Онежское озеро. Дикая природа манила его неудержимо, давала не только материал для работы, но и новые незабываемые впечатления. Поскольку занятия морфологией и кропотливая работа по приготовлению гистологических препаратов и их многочасовое изуче-

ние под микроскопом надолго заперали Валентина Германовича в стенах лаборатории, дальнейшие путешествия стали для него неотъемлемой частью жизни.



Кафедральная байдарочная флотилия на реке Луге. Внизу слева направо: Л.А.Несов, Г.П.Петрова, В.Г.Борхварт, А.Р.Гагинская, Е.Е.Махлин, Т.Г.Аксёнова, Н.М.Гергилевич. 1 мая 1978 года.



В.Г.Борхвардт с сыном Мигей на Вуоксе. Июль 1976 года.



Привал на реке Плюссе.
Саша Бардин, В.Г.Борхвардт, А.В.Бардин. Июль 1988 года.

Герман Карлович Борхвардт, отец Валентина Германовича, был одним из первых байдарочников в Ленинграде. Байдарка появилась у него в 1957 году и в первые же Первомайские праздники папа с сыном совершили сплав по живописной реке Ящере до места впадения её в Лугу. Это было первое путешествие тогда ещё школьника. С тех пор Валентин Германович практически каждый год отправлялся в плавание на байдарке. Это увлечение Валентина Германовича затем стойко разделяла его жена Наталья Михайловна. Все отпуска они проводили в странствиях по рекам и озёрам нашей огромной страны. Валентин Германович вовлек в байдарочные походы и многих сотрудников кафедры и долгие годы был адмиралом нашей небольшой флотилии.



Н.М.Гергилевич, В.Г.Борхвардт и верный спутник всех походов спаниель Ярик. Река Уса (правый приток Печоры) у скал Адак, где река пересекает гряду Чернышёва. 31 июля 1981 года.



В.Г.Борхвардт. Сяттейтывис (левый приток Большой Роговой). Большеземельская тундра. 28 июля 2010.



Наталья Михайловна Гергилевич с пойманной щукой. Сяттейтывис. 14 июля 2010.



На реке Курге (Кольский полуостров). 1979 год.



В.Г.Борхвардт на берегу реки Сейды (правый приток Усы). 16 августа 2008.

Незабываемы годы, когда на первомайские праздники кафедральная байдарочная флотилия под руководством адмирала Борхвардта отправлялась в первое в году плавание. В майские походы сплавливались по рекам Ленинградской области, а во время летнего отпуска уезжали в более далёкие края. Особенно манила к себе природа Севера: Кольский полуостров, Большеземельская тундра, Приполярный Урал...

Валентин Германович готовился к походам уже с зимы и очень основательно. Изучал карты, литературу, готовил снаряжение, составлял списки необходимых вещей и продуктов. В майские выезды проверялись байдарки, палатки и прочее снаряжение. Поэтому плавать под командованием адмирала Борхвардта было всегда надёжно. Это была отличная школа для полевых зоологов. Совместные походы быстро сплачивали коллектив, и кафедра тогда была одной дружной семьёй.



У входа в родной университет. В.Г.Борхвардт среди студентов и сотрудников кафедры зоологии позвоночных. 4 июня 2013.

Валентин Германович навсегда запомнился нам как мягкий, неконфликтный, но принципиальный руководитель, скрупулезный и педантичный исследователь, доброжелательный и эрудированный педагог, никогда не теряющий чувства юмора. Будучи заведующим кафедрой, он провёл её через трудные годы так же успешно, как много раз проводил байдарочные флотилии через пороги и перекаты. Среди студентов, сотрудников кафедры и коллег профессор В.Г.Борхвардт пользуется заслуженным уважением и авторитетом. Результаты его научных исследований, нередко расходившиеся с общепринятыми на то время представлениями, вдохновляют его учеников на новые научные поиски.

От всего сердца поздравляем Валентина Германовича с 80-летием, желаем ему крепкого здоровья, благополучия и ещё долгих лет жизни!

Список трудов В.Г. Борхвардта

- Борхвардт В.Г. 1964. Некоторые черты эволюции позвоночника вторичноводных рептилий // *Вопросы герпетологии*. Л.: 12-13.
- Борхвардт В.Г. 1966. О возникновении тел позвонков в эволюции разных позвоночных // *Вестн. Ленингр. ун-та* 15: 16-22.
- Борхвардт В.Г. 1967. Строение и функциональное значение тел позвонков разных животных // *Вестн. Ленингр. ун-та* 3:19-25.
- Борхвардт В.Г. 1969. Об особенностях строения позвонков хронизухид // *Палеонтол. журн.* 3: 146-148.
- Борхвардт В.Г. 1969. Соотношение хрящевой и костной стадий в эволюции тел позвонков // *Архив анат., гистол. и эмбриол.* 57, 9: 111-118.
- Борхвардт В.Г. 1970. О происхождении амфицельных тел позвонков // *Вестн. Ленингр. ун-та* 9: 84-89.
- Борхвардт В.Г. 1970. *Эволюция хорды и позвоночника у круглоротых и рыб*. Дис. ... канд. биол. наук. Л.: 10242 (рукопись).
- Борхвардт В.Г. 1971. Дуги позвонков хрящевых и лучеперых рыб // *Вестн. Ленингр. ун-та* 21: 18-29.
- Борхвардт В.Г. 1971. Оболочки хорды круглоротых и рыб // *Вопр. ихтиол.* 11, 6: 1061-1070.
- Борхвардт В.Г. 1971. О так называемой вторичной диплоспондиллии эласмобранхий // *Зоол. журн.* 50, 11: 1758-1760.
- Борхвардт В.Г. 1973. О движущих факторах в эволюции позвоночного столба // *Зоол. журн.* 52, 2: 220-224.
- Борхвардт В.Г. 1973. Природа перихондральных хрящей хвостатых земноводных // *Вопросы герпетологии*. Л.: 45-46.
- Борхвардт В.Г. 1974. К проблеме гомологии элементов позвоночника // *Вестн. Ленингр. ун-та* 9: 7-16.
- Борхвардт В.Г. 1974. Сравнительный анализ морфогенеза позвоночника хвостатых земноводных // *Зоол. журн.* 53, 11: 1669-1678.
- Борхвардт В.Г. 1975. Строение и развитие позвоночника бесхвостых земноводных // *Зоол. журн.* 54, 1: 68-79.
- Борхвардт В.Г. 1976. О гомологии ребер анамний // *Вестн. Ленингр. ун-та* 15: 7-13.
- Борхвардт В.Г. 1976. Развитие позвоночника в эмбриогенезе греческой черепахи (*Testudo graeca*) // *Зоол. журн.* 55, 5: 727-735.
- Борхвардт В.Г. 1977. О рахитомных и эмболомерных позвонках // *Вестн. Ленингр. ун-та* 9: 7-11.
- Борхвардт В.Г. 1977. Развитие позвоночника в эмбриогенезе прыткой ящерицы (*Lacerta agilis*) // *Зоол. журн.* 56, 4: 576-587.
- Борхвардт В.Г. 1977. О природе дуг позвонков миног (Petromyzonidae) // *Вопр. ихтиол.* 18, 4: 767-771.
- Борхвардт В.Г. 1977. О природе позвоночных и реберных пластинок панциря черепах // *Вестн. Ленингр. ун-та* 15: 7-12.
- Борхвардт В.Г. 1973. Развитие затылочно-позвоночного сустава в онтогенезе обыкновенного тритона // *Вопросы герпетологии*. Л.: 22-23.
- Борхвардт В.Г. 1979. *Морфогенез и эволюция осевого скелета позвоночных животных: теория скелетного сегмента*. Дис. ... докт. биол. наук. Л.: 1-281 (рукопись).
- Борхвардт В.Г. 1982. *Морфогенез и эволюция осевого скелета*. Л.: 1-144.
- Борхвардт В.Г., Караваева К.Ю. 1982. Методика очистки и окраски скелетов мелких позвоночных // *Зоол. журн.* 61, 1: 120-121.



В.Г.Борхвардт ведёт биосеминар. Санкт-Петербургский университет. Февраль 2015 года.

- Борхвардт В.Г. 1983. Адаптивность, отбор и направленная эволюция // *Вестн. Ленингр. ун-та* 21: 6-15.
- Борхвардт В.Г. 1983. Формирование затылочно-позвоночного сустава в онтогенезе хвостатых амфибий // *Вестн. Ленингр. ун-та* 9: 26-23.
- Борхвардт В.Г. 1985. О слиянии шейных позвонков млекопитающих // *Архив анат., гистол. и эмбриол.* 89, 12: 20-28.
- Борхвардт В.Г., Коваленко Е.Е. 1985. Роль механических взаимодействий в развитии миомеров и осевого скелета анамний // *Вестн. Ленингр. ун-та* 3: 3-10.
- Борхвардт В.Г. 1986. Происхождение парных плавников: состояние проблемы // *Вопр. ихтиол.* 26, 5: 543-555.
- Борхвардт В.Г., Коваленко Е. Е. 1986. Септальные перегородки эмбрионов и личинок анамний // *Докл. АН СССР* 287: 764-767.
- Борхвардт В.Г. 1988. Гомология: живое учение или догма? // *Вестн. Ленингр. ун-та* 24: 3-7.
- Борхвардт В.Г. 1990. Осевой комплекс позвоночных в онто- и филогенезе // *Тр. Биол. ин-та Ленингр. ун-та* 41: 120-138.
- Борхвардт В.Г., Крылова А.С. 1990. Развитие непарных плавников гуппии (*Poecilia reticulata* (Teleostei, Cyprinodontiformes)) без общей медиальной складки // *Вестн. Ленингр. ун-та* 3: 10-16.
- Борхвардт В.Г. 1991. Закономерности развития хрящевых элементов в онтогенезе позвоночных // *Журн. общей биол.* 52: 746-757.
- Борхвардт В.Г. 1991. Развитие непарных плавников у некоторых представителей лучепёрых рыб // *Вопр. ихтиол.* 31: 543-555.
- Борхвардт В.Г., Ивашинцова Е.Б. 1991. Строение плавникового скелета миног (*Petromyzones, Lampetra*) на разных стадиях их жизненного цикла // *Вестн. Ленингр. ун-та* 3: 3-14.
- Борхвардт В.Г. 1992. О происхождении грудины тетрапод // *Вестн. Ленингр. ун-та* 3: 3-11.
- Борхвардт В.Г. 1992. Формирование скелета конечностей тетрапод по данным экспериментальной и сравнительной эмбриологии // *Вестн. Ленингр. ун-та* 24: 3-12.

- Борхвардт В.Г., Моисеева А.А., Леденцов А.В. 1992. Развитие мезоподияльного скелета сибирского углозуба *Salamandrella keyserlingii* (Amphibia, Hynobiidae) на постметаморфозных стадиях развития // *Зоол. журн.* **71**, 2: 64-73.
- Борхвардт В.Г. 1993. Плавники рыб в связи с проблемой происхождения конечностей тетрапод // *Журн. общей биол.* **54**, 5: 627-640.
- Борхвардт В.Г. 1993. Развитие арциферальных и фирмистернальных отношений между половинами грудного пояса амфибий // *Зоол. журн.* **72**, 1: 74-84.
- Борхвардт В.Г., Ивашина Е.Б. 1993. Некоторые закономерности в варьировании скелета лапок сибирского углозуба *Salamandrella keyserlingii* (Amphibia, Hynobiidae) // *Зоол. журн.* **72**, 6: 66-73.
- Борхвардт В.Г. 1994. Механизмы развития и происхождение конечностей хвостатых земноводных // *Вестн. С.-Петербург. ун-та* 3: 3-12.
- Борхвардт В.Г. 1994. Развитие конечностей у личинок сибирского углозуба, *Salamandrella keyserlingii* (Amphibia, Hynobiidae) // *Зоол. журн.* **73**, 5: 53-67.
- Borkhvardt V.G., Ivashintsova E.B. 1994. On the position of the epicoracoids in amphibian arciferal pectoral girdles // *Rus. J. Herpetol.* **1**, 2: 114-116.
- Борхвардт В.Г. 1995. О формировании крестцово-подвздошного скелетного комплекса в онтогенезе тетрапод // *Зоол. журн.* **74**, 5: 84-94.
- Borkhvardt V.G., Ivashintsova E.B. 1995. Arciferal pectoral girdle of amphibians – an instrument for recognizing right- and left-handedness? // *Rus. J. Herpetol.* **2**, 1: 34-35.
- Borkhvardt V.G. 1995. Comparative study of the development of limbs in larvae of the common frog *Rana temporaria* (Amphibia: Anura) and in *Salamandrella* (Caudata) // *Rus. J. Herpetol.* **3**, 1: 58-67.
- Borkhvardt V.G., Malashichev Y.B. 1997. Position of the epicoracoids in arciferal pectoral girdles of the fire-bellies *Bombina* (Amphibia: Discoglossidae) // *Rus. J. Herpetol.* **4**, 1: 28-30.
- Malashichev Y.B., Borkhvardt V.G. 1999. On sacral myomeres in embryos of reptiles with fully developed and reduced limbs // *Current Studies in Herpetology*. Le Bourget-du-Lac: 305-307.
- Борхвардт В.Г. 2000. Рост и становление формы почек конечностей позвоночных животных // *Онтогенез* **31**, 3: 192-200.
- Borkhvardt V.G. 2000. Growth and shaping of the fin and limb buds // *Rus. J. Dev. Biol.* **31**, 3: 154-161.
- Borkhvardt V.G., Litvinchuk S.N. 2000. Epicoracoid overlap indices in newts of the genus *Triturus* (Amphibia: Salamandridae) // *Rus. J. Herpetol.* **7**, 3: 239-240.
- Borkhvardt V.G., Malashichev Y.B. 2000. Correlative changes during early morphogenesis of the sacroiliac complex in squamate reptiles // *Annals Anat.* **182**: 439-444.
- Borkhvardt V.G. 2001. On the growth mechanics of the hynobiid limb bud // *Rus. J. Herpetol.* **8**, 1: 54-58.
- Borkhvardt V.G., Malashichev Y.B. 2001. Epicoracoid overlap in fire-bellied toads, *Bombina bombina*, from parents of known morphology // *Amphibia-Reptilia* **22**: 480-484.
- Борхвардт В.Г. 2002. Выпячивания и выпячивания: гидромеханическая модель // *Онтогенез* **33**, 1: 19-27.
- Borkhvardt V.G. 2002. Invagination and evagination: a hydromechanical model // *Rus. J. Dev. Biol.* **33**, 1: 13-21.
- Борхвардт В.Г. 2002. Гидромеханическая модель формообразовательных процессов // *Вестн. С.-Петербург. ун-та* 3: 3-21.
- Borkhvardt V.G., Baleeva N.V. 2002. Development of the pectoral girdle in larvae of Siberian salamander *Salamandrella keyserlingii* (Amphibia: Hynobiidae) // *Rus. J. Herpetol.* **9**, 3: 177-184.
- Борхвардт В.Г. 2004. Гомология: живое учение или догма? // *Рус. орнитол. журн.* **13** (260): 423-428.

- Malashichev Y., Borkhvardt V. 2005. Differential regulation of avian pelvic girdle development by the limb field ectoderm // *Anat. Embryol.* **210**: 187-197.
- Борхвардт В.Г., Караваева К.Ю. 2006. Методика очистки и окраски скелетов мелких позвоночных // *Рус. орнитол. журн.* **15** (316): 377-378.
- Борхвардт В.Г., Черепанов Г.О. 2006. *Практикум по морфологии позвоночных*. СПб.: 1-81.
- Борхвардт В.Г. 2008. Адаптивность, отбор и направленная эволюция // *Рус. орнитол. журн.* **17** (453): 1759-1771.
- Борхвардт В.Г. 2009. *Механические преобразования живых полостных тел*. СПб.: 1-71.
- Борхвардт В.Г. 2010. *Механические преобразования живых полостных тел*. 2-е изд. СПб.: 1-135.
- Борхвардт В.Г. 2016. Происхождение парных плавников: состояние проблемы // *Рус. орнитол. журн.* **25** (1253): 657-668.
- Борхвардт В.Г. 2016. Мышечное сокращение: новый взгляд на старую проблему // *Рус. орнитол. журн.* **25** (1250): 561-573.
- Борхвардт В.Г. 2016. *Механические преобразования живых полостных тел*. Изд. 3-е, перераб. СПб.: 1-140.
- Borkhvardt V.G. 2017. Mechanical transformations of living cavitory bodies // *Bio. Comm.* **62**, 2: 103-155. doi: 10.21638/11701/spbu03.2017.206
- Borkhvardt V.G. 2018. Muscle contraction: theory and facts // *Bio. Comm.* **63**, 2: 106-108. doi.org/10.21638/spbu03.2018.202



Онежское озеро. 1978 год.

