



Сергей Холодкевич: «Мне довольно часто в голову приходили оригинальные мысли, которые потом оказывались востребованными»

©2020. Ю.Ю. Звягин¹

¹ Издательство «Северо-Западный институт медико-биологических проблем и охраны окружающей среды», Санкт-Петербург, Россия

*e-mail: zwjagin@yandex.ru

В апреле доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией биоэлектронных методов геоэкологического мониторинга Научно-исследовательского центра экологической безопасности РАН Сергей Викторович Холодкевич отметил свое семидесятилетие. Но, кажется, юбиляр не очень замечает свой возраст. Все так же полон новых идей и планов, все так же стремится оказаться хоть на шаг, но впереди времени.

Физик со скрипкой

С детства сына кадрового военного покидало по стране. Родился в Ленинграде, учился в Баку, а заканчивал школу уже во Владивостоке.

– Правда, по сравнению со своим младшим братом я еще мало что повидал, – смеется мой собеседник. – Ему довелось и в глухой тайге пожить, и на острове.

Самого Сергея чаша сия миновала, поскольку он проявил незаурядные способности к музыке. Играл на скрипке, учился в музыкальной школе, подавал надежды. А в тайге – какая скрипка? Потому, когда отца перевели из Баку, старший сын остался там с бабушкой, чтобы продолжать обучение. И лишь после того как семья осела во Владивостоке, Сергей соединился с родителями.

В 1963 году в столице Дальнего Востока инфраструктура для развития талантов уже была. За три года до этого был образован Дальневосточный педагогический институт ис-

«Значительную часть жизни я занимался тем, над чем сначала смеялись. Через некоторое время оказывалось, что этим занимаются или хотят заниматься многие». Пожалуй, эти слова являются самой точной характеристикой пути в науке этого ученого.

кусств, при котором с момента открытия существовала кафедра струнных инструментов. Соответственно, были и музыкальное училище, и музыкальная школа. Развивать культуру на Дальнем Востоке приехали выпускники центральных вузов страны. Кафедру в институте возглавил М.Р. Дрейер, уже известный педагог (ученик профессора Ю.И. Янкевича). Было у кого учиться.

– После окончания музыкальной школы я поступил во Владивостокское музыкальное училище. Учился как раз у Дрейера, и учился успешно. В это время в Институте искусств учился Ни-

колай Эрденко, потом известный скрипач, музыкальный руководитель театра «Ромэн». Мы с ним вместе участвовали в дальневосточном конкурсе скрипачей, и я тогда выступил даже несколько лучше. Так что после окончания училища у меня было направление в консерваторию. Но... к этому времени я уже был «отравлен» физикой.

Тут как раз и сказался характер нашего юбиляра. Уж больно не любил он двигаться в жизни по линии наименьшего сопротивления. Учеба в обычной школе давалась легко. Поэтому, когда во Владивостоке открылся первый специализированный физико-математический класс (на поступление в него сдавали экзамены лучшие ученики из всех школ Владивостока), Сергей пошел туда.

– Любил я математику. Физика по школьному учебнику казалась мне легкой, уже всесторонне изученной и, поэтому, неинтересной. Но в новой школе учитель (а занимались

с нами преподаватели из университета, и по программам повышенной сложности) на первом уроке по механике нарисовал на доске радиус-вектор – и я ничего не понял! Это было как вызов. Решил: все, буду заниматься физикой!

Занятия в спецклассе многим давались сложно. Сергей Викторович вспоминает: некоторые одноклассники после первого года обучения решили вернуться в обычные школы. Потому что там у них были реальные шансы получить золотые или серебряные медали. В физ.-мат. классе они оказывались только-только троечниками.

Сережа Холодкевич с этой нагрузкой справился. Несмотря на то, что параллельно продолжал заниматься скрипкой (даже играл в симфоническом оркестре, а однажды на публичном концерте выступил как солист – с оркестром).

– Эти занятия заполнили мое свободное время. В детстве его было ноль. Чтобы играть на скрипке на том уровне, на котором играл я, нужно было заниматься минимум по четыре часа в день. Еще были шахматы (первый разряд), легкая атлетика... Эта закалка мне потом серьезно помогла: развила выносливость. В студенческом и среднем возрасте я так был увлечен работой, что спал раз в два дня и был очень доволен такой насыщенной жизнью.

В общем, школу окончил с серебряной медалью. Говорит: золотую не получил, потому что на школу дали всего одну такую медаль, а медалистов было двое. Предпочли отдать ее девочке.

Но и серебряная медаль обеспечивала право первоочередного поступления в любой вуз страны. Кстати, его отец тоже окончил в свое время школу со сплошь отличными оценками. Хотя учиться ему («сыну врага народа») пришлось в ссылке в Андижане,

а он, украинец, на тот момент говорил только на родной «мове», а по-русски писал с ошибками. Ничего, справился, научился. Может быть, упрямство и умение добиваться своего в самых сложных условиях Сергею Викторовичу достались по наследству?

Страсти по сверхпроводимости

Из трех возможностей – пойти в консерваторию, стать по примеру отца военно-морским инженером или отдать жизнь физике – медалист Холодкевич выбрал последнюю. Поступил на физфак Ленинградского университета.

Учиться было сложно, но интересно. С третьего курса Сергей Холодкевич начал заниматься научной работой. В это время известнейший физик-экспериментатор, член-корреспондент Академии наук СССР, лауреат множества премий Евгений Федорович Гросс создавал лабораторию физики твердого тела – совместное детище Института полупроводников и Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе. Набирал к себе, в том числе, и перспективных студентов. На встрече со студентами Евгений Федорович Гросс сказал, что на его кафедре собираются уделить внимание исследованиям, направленным на поиск экситонной высокотемпературной сверхпроводимости.

Сверхпроводимость – это свойство некоторых веществ ниже определенной температуры иметь нулевое сопротивление. И, кроме того, опять же, ниже критической температуры выталкивать магнитное поле из своего объема. Сфера применения огромна: от передачи электрического тока фактически без потерь до поезда на магнитной подушке.

Экситон же – это квазичастица, связанная пара электрона и положительно заряженной «дырки», которая остается



По пути на Камчатку. Экспедиция по вулканам Камчатки, 1978 г.

в полупроводнике после получения электроном заряда, достаточного для возникновения тока. Если можно говорить о том, что эта пара движется через материал согласованно, то ее можно рассматривать как некую как бы частицу.

Гросс был как раз тем ученым, который впервые на опыте доказал существование экситона, теоретически предсказанного значительно раньше. В тот момент казалось, что идея создания таких материалов, в которых при критической температуре экситоны распределяются так, что еще при достаточно высокой температуре можно будет создать экситонную сверхпроводимость, очень перспективна.

Вокруг Евгения Гросса сложилась целая школа, из которой вышла плеяда блестящих физиков. Сергей Холодкевич в ней явно не затерялся. Однако в связи с кончиной Е.Ф. Гросса в 1972 году направление экситонной сверхпроводимости в его лаборатории не получило развития. Поэтому после окончания университета в 1973 году С.В. Холодкевича распределили на работу в знаменитый Физтех не в бывшую лабораторию Е.Ф. Гросса, а в отдел А.Р. Регеля, в котором начинались исследования по поиску высокотемпературной сверхпроводимости на основе ультрадисперсных систем. Правда, экситонная сверхпроводимость на таких конденсированных системах также «не пошла». Но оказалось, что на тех же матрицах можно заниматься физикой ультрадисперсного состояния. То есть тем, что вошло в моду только лет через 10–15: квантовыми ямами и т. п.

К 1987 году Сергей Викторович уже возглавлял группу, имел около полусотни печатных работ, на которые много ссылались коллеги по всему миру. Он сам и три его более молодых сотрудника защитили кандидатские диссертации. Но... Холодкевич все еще оставался просто младшим научным сотрудником. И когда в очередной раз старшего научного сотрудника дали не ему, а человеку, имевшему в три раза меньше публикаций (зато отметившемуся на комсомольской работе), Сергей Викторович попытался добиться справедливости. В результате этого конфликта оказался на улице...

– Мне предлагали руководство группой в Институте химии силикатов, но... нашлись «добрые люди», которые туда позвонили. И директор института сказал мне: «Извините, у нас в Академии наук принято брать к себе на работу человека из другой академической лаборатории только при согласии с его предыдущего места работы». При этом мне запретили публиковать что-то на ту тему, которой занимался в Физтехе.

Начать жизнь сначала

В это время Сергею Викторовичу предложили ставку старшего научного сотрудника в Северо-Западном заочном политехническом институте. Там была лаборатория, которая занималась лазерами. Поскольку Холодкевич специализировался по оптике твердого тела, то с лазерами был знаком не понаслышке. «Вписался» в тему хорошо. Скоро на его счету было даже три изобретения. Одно из них – обобщенного значения.

Потом пришла мода на экологию. При научных институтах и вузах начали организовывать экологические цен-

тры и лаборатории. В Министерстве высшего и среднего специального образования СССР было принято решение создать при СЗПИ в 1989 году Проблемную лабораторию системных исследований окружающей среды Северо-Запада РСФСР под научным руководством академика Кирилла Яковлевича Кондратьева. Первым ее заведующим стал С.В. Холодкевич.

– Впервые я услышал про то, что такое экология, в 1971 году. Я тогда играл на скрипке в камерном оркестре университета. У нас были не только наши студенты и преподаватели, но и представители других стран. Однажды в оркестре появилась студентка из США Марго. Как-то я пошел ее провожать после репетиции до общежития, чтобы попрактиковаться в английском языке. Говорили, в том числе, о том, кто кем хочет стать. Она сказала, что собирается заниматься экологией. Объяснила, что это такое. Я в душе хмыкнул: «Какая экология, если только в физике – соль, остальные все – ноль». А вот как жизнь сложилась: через 17 лет сам стал заниматься этой наукой!

По сути, пришлось начинать свою научную карьеру заново, но тем было интереснее. Лаборатория была междисциплинарной. В подчинении у С.В. Холодкевича оказались биологи, инженеры, физики, химики – всего 22 человека. Конек академика Кондратьева – наблюдения земли из космоса. Это включало в себя и разработку приборов для наблюдения, и математическую обработку результатов зондирования, наземное наблюдение, новые методы измерения химического загрязнения в воде и в воздухе, оборудование для этого... Все замыкалось на те или иные физические методы измерения, которые работают везде.

В 1990 году в здании, один из этажей которого занимала проблемная лаборатория, случился пожар. После этого она переместилась под крыло Ленинградского научного центра АН СССР. Здесь в марте 1991 года на правах института Академии наук был создан Научно-исследовательский центр экологической безопасности (теперь Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН). При центре создали лабораторию физики и химии обезвреживания и обеззараживания воды, которую возглавил С.В. Холодкевич. Потом она стала называться лабораторией экспериментальной экологии водных систем. После того как системы биомониторинга, которые придумал С.В. Холодкевич, получили название биоэлектронных систем, – лабораторией биоэлектронных методов геоэкологического мониторинга. Так мой собеседник вернулся в лоно родной Академии наук, где он, по его собственным словам, и родился как ученый, и куда всегда стремился.

Чтобы сердце билось ровно

«Что самое важное удалось сделать вашей лаборатории с 1991 года?», – интересуюсь я. Сергей Викторович выделяет несколько тем. Первая – определение механизма возникновения, содержания и роли пероксида водорода в природных водах.

Что такое наша жизнь? Это череда окислительно-восстановительных реакций. Пероксид водорода – очень хороший окислитель. Но если окислителя много – это смерть для организма, а если мало – тоже. Поэтому в организме при-

существует не только пероксидаза, но и каталаза, которые поддерживают равновесие.

Оказывается, что для поддержания организма в здоровом состоянии нужна концентрация пероксида водорода около 10-4–10-5 моля на литр. Академик А.Н. Бах в конце XIX века обнаружил это в растениях. В 1967 году американцы померили содержание пероксида водорода в чистых акваториях Мексиканского залива. Получили те же данные, опубликовали – и... забыли. Позже один из российских врачей-исследователей измерил содержание пероксида в пресных водах и тоже обнаружил это соотношение. Вспомнил, что пероксид есть во внутренних жидкостях всех организмов: и животных, и растительных...

Постепенно выяснилось, что в здоровых водных экосистемах всегда должно быть определенное количество пероксида водорода. Причем, как это ни удивительно, столько же, сколько в организменных жидкостях – 10-4–10-5 моля на литр. Тогда среда получается в нужной степени окислительная, а экосистема – жизнеспособная и устойчивая.

– Я прочел об этом – и сразу загорелся. И мы занимались первые годы мониторингом пероксида в поверхностных водах. Разработали свой, хорошо работающий метод определения микроконцентраций пероксида в воде. Занимались мониторингом пероксида водорода в ряде озер Ленинградской области. Оказалось, что сине-зеленые водоросли, цветение которых всех пугает, во многих случаях являются незаменимым поставщиком пероксида водорода. До определенного предела это полезно. Только когда они развиваются слишком сильно, возникает так называемая проблема «цветения» сине-зеленых водорослей. Тогда необходимый для нормального существования жизни в воде окислительно-восстановительный баланс нарушается. Кроме того, водоросли начинают гнить и выделять токсины. Это может приво-

дить к катастрофическим последствиям: гибели водных животных из-за токсикации и/или резкого падения содержания кислорода в воде.

Потом, по заданию Санкт-Петербургского Водоканала, нужно было определить наиболее эффективные методы обезвреживания и очистки воды. Тогда было модно применять ее озонирование, т. к. этот окислитель считался экологически чистым из-за своего очень короткого времени жизни в окружающей среде. Пытались использовать для этого и пероксид водорода.

Однако исследования показали, что пероксидом очищать нельзя, так как для достаточно эффективного окисления им органических загрязнений и обеззараживания воды требуются большие концентрации этого вещества. При этом оно не распадается мгновенно, а его остаточные концентрации делают воду опасной для биоты. Остатки пероксида водорода нужно уничтожать искусственно, что очень дорого и поэтому не технологично.

Что касается использования озона в водоподготовке, исследования показали: такой сильный искусственный окислитель необходимо использовать очень осторожно. В частности, после обработки им гумифицированной воды реки Невы общая токсичность воды может сильно возрастать.

– Студентам на лекциях я объясняю так. Водное гуминовое вещество – это природный полимер, продукт предельного окисления природой всей органики, имеющейся в поверхностных водах. В нем много свободных водородных и химических связей, и они способны образовывать комплексы (простыми словами, «запечатывать» в себе различные вредные вещества, таким образом обезвреживая их). Но когда мы применяем такой сильный окислитель, как озон, многие химические связи разрываются и при этом



Фото слева направо:

- В экспедиции на Черном море. Зонд для измерения качества воды, 2009 г.
- Экспозиция метода биомониторинга в Черногории, 2012 г.
- Лаборатория биоэлектронных методов геоэкологического мониторинга, 2012 г.



происходит вторичное загрязнение воды из-за «генерации» новых химических соединений, в том числе и токсичных.

Из безвредного водного гуминового вещества выделяются различные органические соединения. При этом совершенно невозможно предсказать, какие именно. Ведь каждая молекула гуминового вещества индивидуальна, а озон будто ножницами нарезает из полимерной органики все что угодно. В результате, как показали хромато-масс-спектрометрические исследования, общая токсичность воды может увеличиваться в 50 раз! Таким образом озонирование гумифицированной воды – это все равно, что ударять ногой и разбивать тщательно запакованный мешок с мусором.

После публикации нашей статьи на водопроводных станциях Санкт-Петербурга озон не стали использовать в качестве средства очистки гумифицированной воды реки Невы, и это, на мой взгляд, важное достижение.

То же самое оказалось и с доочисткой биологически очищенных сточных вод. В частности, была проблема с выбором технологии их обеззараживания: озоном или УФ-излучением. После завершения исследований мы установили, что наиболее перспективно использовать ультрафиолет, а не озон. Через несколько лет именно по этому пути пошли технологи ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга».

Но все же главное достижение лаборатории связано с разработкой методов и технологий оценок состояния здоровья беспозвоночных водных животных, по которым можно оценивать уровень токсичности воды и состояния (здоровья) экосистем акваторий.

В середине 90-х годов вышли работы известного английского исследователя, профессора М.Н. Depledge по теме, связанной с неинвазивным определением кардиоритма

бентосных животных с жестким наружным покровом (раковинные моллюски, высшие раки).

– Я тут же сообразил, что мы можем то же самое сделать лучше, и передавать данные не по проводам, а с помощью оптоволоконного датчика. Зажег этой идеей своих инженеров, и через месяц у нас эта система уже работала! До сих пор мы в мире наиболее известны этим, и на этом основана наша система биомониторинга. Этот способ и соответствующее устройство мы запатентовали не только в России, но и в Евразии, в США.

В чем преимущество метода Холодкевича? У англичан датчик был размером с копеечную монету, и данные передавались по проводам. Поэтому они могли делать замеры на животных размером не менее 1,5 см, а лучше – более 5 см. Наш волоконно-оптический датчик имеет размер около 3мм. Соответственно, он позволяет снимать показатели с животных размером до 5 мм и, кроме того, может служить дольше. И обслуживать его проще, так как в воду опускаются не фотоэлектрический датчик с токонесущими проводами, а тонкое инертное оптическое волокно.

Спросите: при чем тут раки? Все просто. Оказывается, по состоянию обитающих в водоемах животных можно судить об общей токсичности пресной воды, а также состоянии здоровья всего водоема. И ракообразные тут – один из самых точных показателей. Они реагируют на любое опасное для их жизнедеятельности загрязнение воды. Это сразу отражается на их сердечных ритмах и может быть зафиксировано приборами. При этом ракообразные реагируют на такие вещества, которые могут случайно или намеренно (в результате экологической преступности или терроризма) попасть в воду. Вещества,



**Дружная семья на даче:
дети, внуки и их друзья**

которые не предусмотрено контролировать инструментальными физико-химическими методами регламентного мониторинга.

Первая система такого биомониторинга была введена в производственную эксплуатацию на водозаборах ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» 21 декабря 2005 года. И вот уже 15 лет такие системы производственного биологического мониторинга непрерывно действуют на всех водозаборах города, а также в Гатчине и Хабаровске. Два года назад с предложением внедрить эту технологию в Китае вышли ученые Китайской академии наук. Вообще использование систем биомониторинга на водозаборах водопроводных станций, как дополнительных систем обе-

спечения экологической безопасности централизованного питьевого водоснабжения городов, набирает популярность по всему миру.

Именно по теме обеспечения безопасности водозаборов мегаполисов в чрезвычайных ситуациях за счет систем биомониторинга (на примере Санкт-Петербурга) Сергей Викторович защитил в 2007 году диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук.

Сегодня в плане НИР – разработка методов ранней диагностики и предупреждения угроз экологической безопасности экосистем Северо-Запада России.

Журнал «Формулы Фармации» поздравляет члена Редакционной коллегии нашего издания, доктора технических наук Сергея Викторовича Холодкевича с 70-летним юбилеем. Желаем творческого долголетия и новых открытий!

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юрий Юрьевич Звягин, выпускающий редактор Издательства «Северо-Западный институт медико-биологических проблем и охраны окружающей среды», Санкт-Петербург, Россия; e-mail: zwjagin@yandex.ru

ADDITIONAL INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yuri Yu. Zvyagin, Editor-in-Chief, North-West Institute of Medical and Biological Problems and Environmental Protection Publishing House, Saint Petersburg, Russia; e-mail zwjagin@yandex.ru

Sergey Kholodkevich: «Unique thoughts had often crossed my mind and then it turned out to be in demand»

©2020. Yu.Yu. Zvyagin¹

¹ North-West Institute of Medical and Biological Problems and Environmental Protection Publishing House, Saint Petersburg, Russia

* e-mail: zwjagin@yandex.ru