

УДК 591

МОИ УЧИТЕЛЯ

© 2019 г. В. Я. Бродский*

Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, Россия, 119334, Москва, ул. Вавилова 26

**E-mail: brodsky.idb@bk.ru*

Поступила в редакцию 11.12.2018 г.

После доработки 13.01.2019 г.

Принята к публикации 15.01.2019 г.

DOI: 10.1134/S0475145019090015

19 сентября 2018 г. на Ученом совете Института биологии развития РАН состоялся доклад одного из старейших сотрудников института (работает с 1954 года) Всеволода Яковлевича Бродского. Он вспомнил своих учителей, два из которых — Г.И. Роскин и Г.К. Хрущов — были у истоков современного Института биологии развития, столетие которого отметили в прошлом году. В.Я. Бродский первым внедрил в практику цитологических исследований в России количественные цитохимические методы. На базе цитофотометрии ДНК им и сотрудниками впервые показано общебиологическое распространение полиплоидных клеток в разных тканях животных. Ими выяснены механизмы полиплоидизации и экспериментально обоснована значимость умножения генома в росте, регенерации и функциях тканей. Мировая литература по клеточной полиплоидии — десятки тысяч работ. Испытывая также новый метод интерферометрии, В.Я. Бродский первым увидел окологасовые (ультрадианные в западной номенклатуре) клеточные ритмы. Им и сотрудниками определена значимость таких колебаний активности клеток в физиологии организмов. Ритмы начинают использовать для диагностики и прогноза некоторых болезней. Литература по ультрадианным ритмам — многие тысячи работ цитологов, биохимиков, физиологов, эндокринологов и клиницистов разных стран. Работы последних 20 лет — исследования прямых межклеточных взаимодействий, где коллективу Бродского также принадлежат приоритетные данные.

А.В. Васильев, С.Г. Васькин

Кого можно считать своим учителем? Тех, кто в разное время научил каким-то методам? Конечно, таким людям нужно быть благодарным. Всегда помню двух лаборанток кафедры гистологии — Елену Георгиевну Васину и Нину Ивановну По-

меранцеву, которые научили меня и многих других студентов фиксировать кусочки тканей, заливать их в парафин, резать на микротоме. Я им очень благодарен. Но повлияли ли они на стиль моей научной работы, отношение к теме, на выбор задач, на форму моих исследований? Нет. Думаю, УЧИТЕЛЬ — это тот, кто повлиял на основы твоей работы и в какой-то мере жизни в науке, кому ты подражаешь. Главных в моей жизни двое: Григорий Иосифович Роскин и Григорий Константинович Хрущов. Писал раньше об их деятельности в науке (Бродский, 1993, 2008). Теперь отмечу их влияние на многих, как учителей.

Когда я читал лекции по цитологии на биофаке, я подражал Роскину. Большой курс для всех биологов. Как читал лекции Григорий Иосифович? Он не отходил от доски. Все время рисовал цветными мелками. Все термины не только объяснял словами, но обязательно писал на доске, часто повторял это на следующей лекции. Коротко писал и главные выводы. А главное, Григорий Иосифович видел аудиторию. Сложные места повторял другими словами. Здесь мое студенческое фото (рис. 1). Я рано понял, что лекция должна оставаться в памяти студентов. Слайды презентации, самые содержательные и красивые мелькнут и не останутся в памяти студента. Запоминаются лишь записи. Большое впечатление произвел на меня профессор А.П. Терентьев; он читал для биохимиков курс органической химии. На первой лекции Терентьев сказал: “я разрешаю пользоваться на экзамене конспектами”. Не учебниками, а конспектами учебников и лекций. Замечательно! Если запишешь, это действительно останется надолго, не вылетит из головы на следующий день. А на экзамене после двух-трех минут по билету гоняли по всему курсу; записи не посмотришь. Но ведь, если недавно конспектировал, помнишь весь курс. И практикум был про-

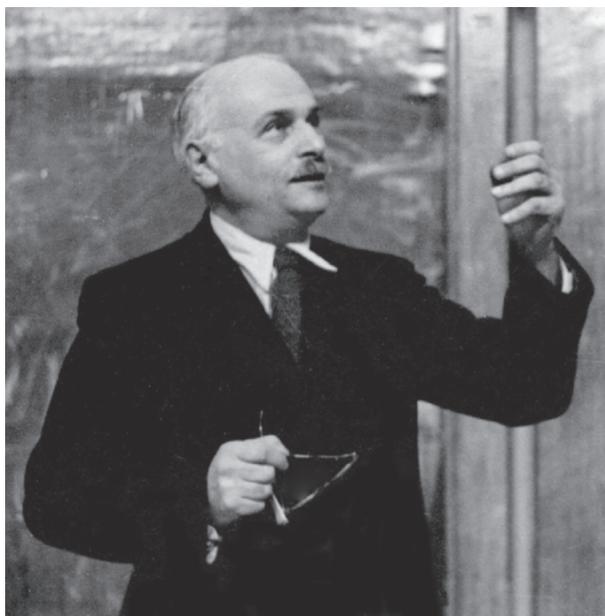


Рис. 1. Г.И. Роскин во время лекции (фото студента В. Бродского).

дуктивным. Нашу группу вел совсем молодой ассистент Олег Реутов, в будущем директор Института органической химии Академии наук, академик. После практикума мы могли синтезировать даже не очень простые вещества. Так, когда только начинал работать, мне потребовался один краситель. Можно было выписать, но доставка через год. Выписал и пошел к Реутову. Попросил разрешения поработать в комнате, где шли синтезы. И синтезировал краситель. Через полтора года получил немецкий фирменный препарат, даже не открыл банку.

Как-то Леон Бенцианович Левинсон, основной помощник Роскина по кафедре, сказал мне: ты правильно читаешь лекции. Ответил: я просто подражаю Роскину. Тогда Левинсон сказал: “а Роскин подражал Кольцову”. По его словам, Николай Константинович все время рисовал цветными мелками и писал основное на доске.

Дипломную работу я делал в Лаборатории биотерапии рака Минздрава. Руководители лаборатории — Клюева и Роскин. Пришел в Лабораторию еще в конце 4-го курса и Григорий Иосифович дал мне фазово-контрастный микроскоп. Тему не предложил; сказал — “посмотрите”. Фазовый контраст только что создали в Западной Германии. Там опубликовали и первые 3–4 работы, в основном, рекламные. Первый прибор в России был у В.Я. Александрова в Ленинграде, но после Павловской сессии его лабораторию закрыли. Второй прибор купила лаборатория Роскина.

Главная возможность фазового контраста — наблюдения живых клеток. Стал смотреть живые клетки — нормальные из перитонеальной жидкости мыши и раковые асцитные. Придумал камеру с протоком культуральной среды. Мог смотреть часами. Нашел некоторые отличия в переживании нормальных и раковых клеток. Небольшая статья была опубликована. К тому времени был знаком с Г.К. Хрущовым. Рассказал ему о новом методе и своих наблюдениях. Григорий Константинович предложил написать о методе в Успехи современной биологии; он был главным редактором этого журнала. Это был первый мой обзор (Бродский, 1952).

После дипломной начал работать в Биотерапии. А через три месяца Лабораторию закрыли: за пять лет рак радикально не вылечили. И сам Роскин резал глаза высокого руководства. Начинаясь антисемитская кампания, борьба с “космополитами”. Потом именно Роскину устроили “суд чести”. Якобы передал созданный в лаборатории противораковый препарат иностранцам. Признали, что препарат ценный, а лабораторию закрыли. Суд так называемой научной ответственности. У Роскина первый инфаркт. В доме, где раньше располагалась лаборатория Клюевой и Роскина, 5-этажный корпус на территории МОНИКИ, открыли первый институт Н.Н. Блохина, хирурга-онколога, достойного человека. Сотрудников Биотерапии перевели в институт Блохина, за исключением пятерых евреев: доктора Потоцкой, вдовы Михоэлса, меня и еще трех.

Три года искал работу. Все мне помогали. В Москве тогда чуть ли каждый месяц открывались новые лаборатории, а то и институты. Цитологи, как вы знаете, могут работать и в физиологии, и в биохимии, и в зоологии. Претендовал на место лаборанта. Кто-то сообщал мне о вакансии. Шел к Г.И. Роскину, и он писал письмо руководителю новой лаборатории или расширяющейся давней. Первая встреча с будущим руководителем всегда была многообещающей: статья, новые методы, рекомендация Роскина. “Пишите заявление и заполните анкету, зайдите через пару дней”. Приходил через “пару дней” и, не глядя мне в глаза, говорили: “нам места не дали” или “нам дали, но уже заняли”. Не меньше двадцати таких встреч. Через год был согласен уехать из Москвы. В президиум Академии пропусков тогда не было. Я был молодым, энергичным. Помню, как подкараулил после какого-то заседания председателя Кольского филиала, а затем Дальневосточного. Оба внимательно выслушали на стульях в коридоре. Оба сказали: “охотно бы Вас взяли и не лаборантом, а сотрудником, может, и старшим, но ведь

“кадры” не пропустят. Академику не разрешат взять лаборанта. Мы сейчас стоим о вмешательстве чиновником в науку, но ведь они всегда вмешивались, и в 50-е годы и в 30-е. Известны другие примеры. Один анекдотический. Л.Б. Левинсон мне рассказал. В середине 30-х велели переименовать кафедры МГУ — ближе к народному хозяйству. Так, кафедру физиологии стали называть “физиология труда”, кафедра зоологии позвоночных стала называться “охотоведение”, ботаники — “растительные ресурсы”, ихтиологии — “рыбное хозяйство” (воспоминания И.Б. Збарского; Збарский, 2000) и т.д. Все переименовались, кроме гистологии. Роскина долго уговаривали в деканате. Не соглашался на новое название. Вызвали в ректорат. Проректор, секретарь парткома МГУ долго убеждали. Наконец кто-то сказал: “Вы понимаете, это распоряжение с самого верха. Представьте на Вас едет трамвай, Вы что же не отойдете”. “Отйду” ответил Роскин, “но при этом не переименуюсь в троллейбус”. Все рассмеялись и Роскина оставили в покое. Кафедра так и осталась гистологией, а через пару лет незаметно вернулись прежние названия кафедр. Сменился чиновник в отделе науки ЦК и все забыли о “реформе”.

Уже через пару месяцев после безуспешных поисков работы, когда я пришел к Роскину за очередным письмом, он показал мне большой ящик в коридоре кафедры и сказал: “это ультрафиолетовый микроскоп, соберите его и работайте, пока не получите другого места”. Собрал и стал работать. Выполнил на этом микроскопе несколько работ с дипломниками и аспирантами кафедры. И здесь я познакомился с Евгением Михайловичем Брумбергом, создателем отечественного ультрафиолетового микроскопа (Бродский, 2007, рис. 2).

Брумберг — москвич (фотография на рис. 2 — моя; здесь ему примерно 45 лет). За год до окончания им школы умер отец. Мать не работала, был брат. Евгений Михайлович стал работать поблизости от дома. Стал техническим лаборантом в МГУ, на физфаке в лаборатории Сергея Ивановича Вавилова. 18–19-летний Брумберг много читал, помогал научным сотрудникам физикам, учился у них. Стал задерживаться на работе и ставил свои опыты, что Вавилов поощрял. С помощью Вавилова стал публиковаться. Одну его статью цитировал Эйнштейн в его “Эволюции физики”. Е.М. Брумберг совместно с С.И. Вавиловым разработал так называемый фотометрический метода гашения, с помощью которого в дальнейшем был открыт новый вид излучения — излучение Вавилова–Черенкова. Вавилова назначили директором Государственного оптического института, и он переехал в Ленинград. Позвал в ГОИ



Рис. 2. Е.М. Брумберг примерно 45 лет (фото В. Бродского).

некоторых своих московских сотрудников, в том числе и Брумберга. Здесь в лаборатории микроскопии ГОИ Брумберг рассчитал первые зеркально-линзовые объективы для ультрафиолетовых микроскопов. В астрономии зеркальную оптику уже использовали, а в микроскопии таких объективов не было. Электронно-оптических преобразователей тогда тоже еще не было. Брумберг предложил способ перевода невидимого человеку ультрафиолетового изображения в видимые картины, по фотографиям в разных длинах волн на максимуме поглощения характерных веществ, например, в клетках — нуклеиновых кислот, белков, пигментов. Каждая фотография маркировалась фильтром разного цвета. Затем в приборе, созданном Брумбергом, три изображения сводились в одно. Итогом такой “цветовой трансформации” была видимая картина распределения разных веществ, нарисованная невидимыми человеку ультрафиолетовыми лучами. По представлению Вавилова, который стал президентом Академии наук, Брумберга наградили Государственной (Сталинской) премией. А через три года, опять-таки по представлению Вавилова, Брумбергу присвоили степень доктора наук. Без предшествующей кандидатской и даже без высшего образования. Теперь бы не вышло. И позже Брумбергу принадлежит ряд



Рис. 3. Г.К. Хрущов.

выдающихся изобретений в ультрафиолетовой и люминесцентной микроскопии.

Евгений Михайлович сразу включился в поиски работы для меня. Сам я к тому времени после многих отказов как-то снизил энергию. Шел 1953 год, начался “процесс врачей”. Считал, что пока можно жить в Москве и даже что-то делать уже хорошо. Не говорю, как кормился. Удавалось, хотя отец уже несколько лет был в ссылке, к счастью еще не в лагере, а работая врачом в Казахстане — в туберкулезном санатории в Боровом, и мать работала там же. Затем уже в Боровом отца опять арестовали; умер в лагере, в Тайшете.

Все изменилось после смерти Сталина. Уже через полгода Брумберг пошел к Хрущову с просьбой взять меня в его Институт морфологии животных (я все эти три года каждые 3–4 месяца заходил к Хрущову в надежде, что возьмет; не мог). Хрущов ответил Брумбергу, что охотно возьмет, но нет свободной единицы научного сотрудника. И тогда Евгений Михайлович пошел к Несмеянову, президенту Академии наук, сменившему на этом посту Вавилова. Когда С.И. Вавилов стал президентом, он вернулся в Москву и упросил поехать с ним двух немолодых секретарш из ГОИ. Обе очень ответственные и профессионально умелые

остались у Несмеянова. Они хорошо помнили Брумберга, как он говорил, звали его по-прежнему, как в ГОИ, Женя. И провели к Несмеянову без всякой записи и очереди. Он недолго слушал Брумберга, сразу позвонил в отдел кадров Академии. Так я стал работать в лаборатории Григория Константиновича Хрущова (рис. 3). И до сих пор здесь. С 1960 года была еще работа в МГУ, бесплатная, потом по совместительству десять лет. Потом в Праге была лаборатория в Институте физиологии, более десяти лет, лекции в разных университетах.

Ультрафиолетовая микроскопия продолжалась, но сразу главное внимание уделил количественной цитохимии. В России ее не было, на Западе так работали только три лаборатории, две из них крайне неточно. Сразу с подачи Брумберга теорию цитофотометрии, а потом и интерферометрии на моих объектах продвинули молодые сотрудники ГОИ. На этой основе создали приборы. До этого я несколько лет работал фотографическим методом, как оказалось, точным, но трудоемким. Евгений Михайлович устроил мой доклад в ГОИ о цитофотометрии на конференции совместной с фирмой Карл Цейс (рис. 4). На фото я в 26 лет, справа заведующий лабораторией микроскопии ГОИ академик А.Н. Захарьевский.

Фундаментальный результат цитофотометрии ДНК — определение общебиологического распространения клеточной полиплоидии, значимости и механизмов этого явления. До нас был десяток противоречивых работ. Теперь — многие тысячи. Признание значения работ лаборатории — наша с Ириной Васильевной Урываевой книга, опубликованная в Кембридже.

Другой фундаментальный результат — интерферометрии и цитофотометрии — подтверждение ранее увиденных мною быстрых колебаний белковой массы клетки; периоды около часа. Говорил об этом в докладах и написал в тезисах конференций того времени. Потом началась интерферометрия, и первые измерения выявили быстрый ритм белков. Очень необычно: в то время считали, что белковая масса клетки изменяется через недели. Метод был новым, и сомнения в его точности не исключал, хотя вместе с сотрудником ГОИ Александрой Федоровной Кузнецовой учел разные подводные камни. Только определив белки в одних клетках двумя разными методами, опубликовал результаты через два года после первых измерений. С этого началось изучение окологасовых клеточных ритмов. Теперь по подсчетам англичан не менее 10000 публикаций из многих лабораторий об окологасовых (ультрадианных, в западной номенклатуре) ритмах. Springer издало две

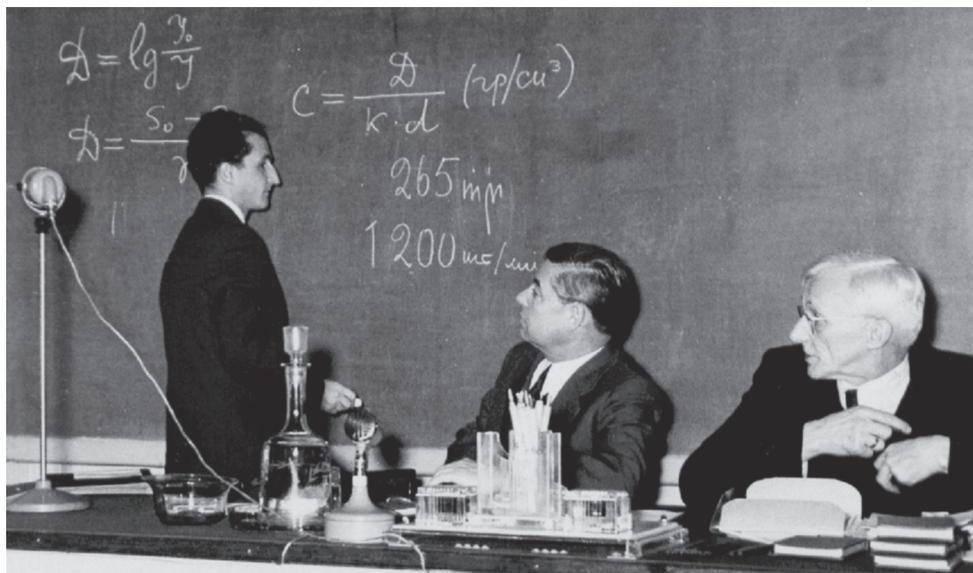


Рис. 4. На конференции ГОИ. Справа – зав. лаб. микроскопии ГОИ А.Н. Захарьевский.

книги с монографическими главами авторов из разных стран. У меня там по главе.

Что я усвоил от Брумберга, почему, кроме вечной признательности в устройстве на работу, считаю и его учителем? Один из уроков: не пересидеть в библиотеке. Основы предмета знать необходимо, но копаться в литературе не только не нужно, но вредно. Всю жизнь будешь что-то уточнять, а мимо принципиально нового пройдеешь. Передо мной был пример пионерских работ Брумберга. А Владимир Яковлевич Александров, с кем позже посчастливилось несколько лет работать вместе на кафедре гистологии МГУ, сказал о ком-то, а потом и написал: "...он слишком эрудирован в этой области, чтобы открыть в ней что-то принципиально новое. Чтобы делать открытия, надо много знать, но полезно и многого не знать...". Эйнштейн как-то написал: "Все знают, что этого не может быть. Наконец, находится кто-то, кто не знает, что этого не может быть. Он и делает открытие". При этом я хорошо понимаю пользу чисто литературных обзоров. Именно их читаю, начиная какое-либо воздействие на клетки (например, ганглиозидов, трансмиттеров и т.д.).

Мне-то было просто не вникать глубоко в литературу: первые свои крупные темы, по-сути, начинал, литература нарастала позже. Так было с основами количественных цитохимических методов, клеточной полиплоидией, околичасовыми ритмами. Не так обстояло с прямыми межклеточными взаимодействиями. Это одна из самых старых тем цитологии. Общение клеток – одна из аксиом. Нашли специальные структуры в клеточ-

ном пласте, обеспечивающие переход из клетки в клетку ионов и малых молекул. Литература по транспорту ионов, особенно, кальция – тысячи работ. Но как обстоит дело не в пласте и к чему это приводит? Какое влияние на функции клеточной популяции и метаболизм? Нам повезло с обоснованием адекватной модели для этих исследований, и литература в этом направлении начала нарастать после нас.

У Г.К. Хрущова усвоил многое. Я рассказывал о нем, в основном, как о руководителе института и выдающемся гистологе (Бродский, 2008). Сейчас только о моей работе. Три урока-принципа: не спешить, смысл в каждой работе, значение экспериментов.

Первый урок: не спешить. Уже говорил, как обосновал околичасовые клеточные ритмы. Два года ушло на проверки. Теперь немногие на это пойдут. Вместе с другими вредными принципами, так называемой оптимизации науки, укоренился и принцип конкурентности. Два года откладывал публикацию. К счастью, она все же оказалась первой; через 5–7 лет уже были десятки. Отмечу среди других порочных принципов "оптимизации науки" жесткое планирование исследований. Нужно подробно указать, что будешь делать и что получишь (!) в течение года по кварталам. В заявке на грант требуют план на три года, а в запросах чиновников и на пять лет. Планировать необходимо лишь технические задачи, например, постройку дома или дороги, когда ясно, что нужно делать, и выполнение – вопрос времени и средств. А в экспериментальной науке каж-

дый опыт может кардинально изменить направление дальнейших исследований. По-настоящему интересны не “ожидаемые результаты” (обязательный пункт заявки на любой грант), а неожиданные результаты — открытия.

Второе, что рано понял, еще при общении с Е.М. Брумбергом, необходимость смысла в каждой работе. Любое наблюдение ново, но интересно ли оно хотя бы в самом отдаленном будущем для жизни человека? Влияние Г.К. Хрущева здесь было большое. Помню, как 26-летний пришел к нему с планом, как мне казалось, интересной работы. Нужно сказать, что это направление цитологии и физиологии тогда было одним из основных; оно заслуживает внимания и теперь. А Григорий Константинович сказал: “Сева, слишком много вокруг болезней, чтобы тратить силы на такие задачи”. Позже поддержал в этом Израиль Моисеевич Гельфанд. Гельфанд — виднейший российский математик; недавно к его столетию ректор Садовничий назвал Гельфанда математиком номер один нашего времени. В 1960-е годы Гельфанд устроил семинар для биологов. Постоянными участниками были младшие научные: Спирин, Нейфах, Васильев Юрий Маркович, еще человек десять. Мы выступали на семинаре, но часто делали доклады руководители лабораторий Москвы. Разрешалось перебивать докладчика вопросами по ходу доклада. А обычный вопрос Гельфанда через 3–4 минуты после начала доклада: “чем это интересно?”. Если докладчик не мог в нескольких фразах ответить, доклад тут же кончался. “Интересным” считалось потенциально значимое для жизни человека, особенно, для медицины; пусть через десятки лет, но к чему-то ведущее, а не просто новое, какие-то сравнения, описания, аналогии.

Третий урок Хрущева — значимость эксперимента. Это считал не только Хрущев, но ранее многих — Н.К. Кольцов. Его институт ведь назывался Институт *экспериментальной* биологии. Гипотезы, как и математические модели, бывают очень красивыми, кажется, они объясняют самые сложные биологические явления. Вскоре их начинают считать аксиомами, пропускают противоречия. Между тем, любая гипотеза — это только рабочий план для постановки опытов. Только однозначные опыты определяют сложные биологические связи. Уже ставил вопрос: к чему приводит общение клеток? Влияет обмен ионами или молекулами между клетками на их поведение, на метаболизм, на синхронную работу клеток? Разобраться помогло изучение клеточных культур, где нервная система не влияет, а клетки можно расположить на разных расстояниях друг от друга.

Помогла и находка однозначной модели для выявления связи между клетками — околочасовых метаболических ритмов. Ведь такой ритм в культуре может быть результатом только прямых взаимодействий клеток. Есть ритм, клетки взаимодействуют. Нет ритма, нет взаимодействий. ДА или НЕТ. Никаких “вероятно”, “скорее всего” и прочих уклончивых заключений. Удалось подтвердить давнюю гипотезу о прямых связях между клетками и показать их влияние на клеточный метаболизм. Был обоснован и биохимический механизм, приводящий к согласованной активности клеток в популяции.

Один из наших результатов работы выяснение влияния межклеточной среды на физиологию и биохимию клеток, на взаимодействия клеток. Особенно ярко проявляется при старении. Показатель взаимодействий — амплитуда околочасового ритма. Любого. Очевидно, что чем дружнее работают клетки, тем выше амплитуды ритма. Мы изучали ритм синтеза белка, в Йоханнесбурге — активность ферментов, в Кардиффе — дыхание клеток (Brodsky, 2006; Бродский, 2014, 2018). Старение — наша работа. У молодой крысы — четкий ритм синтеза белка с высокими амплитудами. У старой крысы: ритм есть, но амплитуды низкие, т.е. клетки слабо взаимодействуют. Гепатоциты, наш объект — долгоживущие клетки, у крысы живут до половины ее жизни. Значит, клетки стареют и поэтому хуже общаются. Но не только в этом дело. Стареет и межклеточная среда. Если добавить в среду со старыми клетками фенилэфрин (аналог норадреналина) или ганглиозиды, старые клетки становятся молодыми по амплитудам ритма, то есть по взаимодействиям друг с другом. Если в среду добавить сыворотку крови старой крысы, ничего не меняется, а если добавить сыворотку молодой — старость по нашему показателю компенсируется. Добавили сыворотку старой, но в старую сыворотку внесли ганглиозиды в концентрации, свойственной молодым крысам. Тот же эффект усиления межклеточных взаимодействий.

Кроме Роскина, Брумберга и Хрущева, многие выдающиеся ученые прошлого века оказали влияние на мою работу. Отметил среди них профессоров Терентьева и Гельфанда. Несомненны и уроки ученика Н.К. Кольцова Бориса Васильевича Кедровского (Бродский, 1999). После потери здания Кольцовского института на Воронцовом поле (улице Обуха) и переезда на юго-запад Кедровский ушел из института. Но его глубоко интересовали последние результаты цитохимии, и он писал книгу о цитохимии синтеза белка, в изучении которого ему принадлежали первые яркие

данные. Регулярно навещал его, как и другой младший научный сотрудник института Г.П. Георгиев, а также уже известный биохимик-генетик молодой Р.В. Хесин. От Кедровского мы усвоили значимость в воспитании экспериментаторов гуманитарного образования. Примером был сам Борис Васильевич: в свободное время он перевел Фауста Гете. Возможно, тогда появился мой интерес к истории цивилизаций.

Подведу некоторые основные итоги работы лаборатории цитологии, как отчет перед современниками и перед покойными учителями. Написал основные обзоры. Другие мои обзоры и фундаментальные данные литературы отмечены в этих основных.

Количественные цитохимические методы
В.Я. Бродский. *Трофика клетки*. 1966.

Клеточная полиплоидия V.Y. Brodsky, I.V. Uryvaeva, 1977, 1985; Brodsky, 1991.

Околочасовые клеточные ритмы V.I. Brodsky, 1975, 1992; В.Я. Бродский, 2014.

Прямые межклеточные взаимодействия Г.К. Хрущов, В.Я. Бродский, 1961; V.Y. Brodsky, 2006; V.Y. Brodsky, D. Lloyd, 2008; В.Я. Бродский, 2009, 2018.

Ничего бы не было, если в работах не участвовали сотни специалистов. Отмечу только соавторов наших работ, известных и своими глубокими исследованиями. Здесь российские ученые и наши соавторы-иностранцы.

Количественные цитохимические методы
Ш.И. Пейзулаев (МГУ), Л.С. Агроскин, Г.В. Папаян, А.Ф. Кузнецова (ГОИ), А.И. Шерудило, А.Д. Груздев (ИЦИГ Новосибирск).

Клеточная полиплоидия И.В. Урываева, И.М. Фактор, Г.В. Делоне, Т.Л. Маршак, А.М. Арефьева, Н.Г. Хрущов, А.А. Куш, Т.К. Дубовая, О.Г. Строева, Р.А. Гибадулин, Л.Н. Жинкин, Д.С. Саркисов, Н.А. Милютина, Г.С. Квинихидзе, Ю.А. Магакян, Б.Н. Кудрявцев, Н.Н. Беляева, Ю.М. Васильев, Г.А. Соколова, Т.И. Бонишевская, А.А. Караванов, Г.Н. Московкин, Н.Н. Цирекидзе, А.С. Соколова, М.Е. Коган, В. Ostadal, Z. Fulop, V. Maresh, Z. Lodin, В.А. Струнников, Г.Б. Большакова (ИМЖ-ИБР, ЦИН, 2 мед. и-т, И-ты хирургии, хим. фарм., гигиены, Груз. и Армян. АН, И-т физиологии ЧСАН, И-т неврологии ВАН).

Околочасовые ритмы Н.В. Нечаева, В.И. Фатева, Т.Е. Новикова, А.М. Арефьева, И.Г. Гвазава, Л.Б. Баранова, Э.А. Лебедев, Л.Л. Литинская, С.Л. Загускин, Ю.Г. Юровицкий, Т.К. Дубовая, М.Е. Неверова, Э.И. Чернышова, А.Н. Бекчанов, Б.В. Фельдман, D. Lloyd, П.Я. Бойков (МГУ,

РГУ, Астрахан. мед. и-т, Кардиф. у-т, Центр физ. химии в Черногловке).

Межклеточные взаимодействия Основатель темы Г.К. Хрущов, Лаб. цитологии (см. выше), Н.Д. Звездина, Л.А. Мальченко, Н.В. Проказова, Е.В. Грачева, П.В. Авдонин, Т.К. Дубовая, Д.С. Лазарев, Е.А. Воротеяк, А.В. Васильев, В.В. Терских, Е.В. Киселева, Э.И. Буеверова, Н.П. Шарова, Н.Н. Буторина, D. Lloyd, Н.Ф. Мясоедов, Ю.А. Золотарев, Л.А. Андреева (ИБР, Кардиоцентр, 2 мед., Кардиф. у-т, ИМГ).

Сотрудники Института биологии развития (преобразованного из Института морфологии животных Академии наук) внесли в эти четыре темы существенный вклад в мировой литературе.

Отмечу докторские биологические и медицинские работы, выполненные в лаборатории цитологии ИМЖ-ИБР: В.Я. Бродский (1964), Н.Г. Хрущов (1967), К.В. Гегелашвили (1969), Л.М. Герштейн (1971), И.К. Сванидзе (1972), В.Н. Ярыгин (1973), Н.П. Дмитриева (1974), Н.В. Нечаева (1977), А.Н. Бекчанов (1980), Т.Б. Айзенштадт (1986), С.Л. Загускин (1986), И.В. Урываева (1987), А.В. Павлов (1990), Б.В. Фельдман (2006), А.К. Гришанин (2008). Как правило, консультантом числился формально, тем более, не был руководителем этих работ. Доктор – самостоятельный человек, что подтвердилось позже, когда некоторые из наших докторов стали ректорами Медицинских институтов – В.Н. Ярыгин, А.В. Павлов, а Н.Г. Хрущов стал директором ИБР РАН. Среди докторов – два будущих академика.

Более 40 биологов и медиков разных институтов, работая в лаборатории, стали кандидатами наук.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бродский В.Я.* Фазово-контрастная микроскопия в биологии // Успехи совр. биол. 1952. Т. 33. № 2. С. 305–316.
- Бродский В.Я.* Трофика клетки. М. Наука, 1966.
- Бродский В.Я.* Григорий Иосифович Роскин. К 100-летию со дня рождения // Цитология. 1993. Т. 35. № 4. С. 139–142.
- Бродский В.Я.* 100-летие со дня рождения Бориса Васильевича Кедровского // Известия Академии наук (Серия биологическая). 1999. № 2. 246–250
- Бродский В.Я.* К 100-летию со дня рождения Евгения Михайловича Брумберга // Известия Академии наук (Серия биологическая). 2007. № 2. С. 255–256.
- Бродский В.Я.* К 110-летию Григория Константиновича Хрущова // Онтогенез. 2008. Т. 39. № 4. С. 294–297.

- Бродский В.Я.* Клеточная теория. Развитие в исследованиях прямых межклеточных взаимодействий // Онтогенез. 2009. Т. 40. № 4. С. 1–11.
- Бродский В.Я.* Околочасовые метаболические ритмы // Биохимия. 2014. Т. 79. № 6. С. 621–634.
- Бродский В.Я.* Биохимия прямых межклеточных взаимодействий. Сигнальные факторы организации клеточных популяций // Биохимия. 2018. Т. 83. № 8. С. 1130–1147.
- Збарский И.Б.* Объект № 1. М.: Вагриус, 2000.
- Хрущов Г.К., Бродский В.Я.* Орган и клетка // Успехи совр. биол. 1961. Т. 52. № 2. С. 181–208.
- Brodsky V.Y.* Protein synthesis rhythm // J. Theor. Biol. 1975. V. 55. P. 167–200.
- Brodsky V.Y.* Direct cell–cell communication. A new approach derived from recent data on the nature and self-organization of ultradian (circahoralian) intracellular rhythms // Biological Reviews of Cambridge Philosophical Soc. 2006. V. 82. P. 143–162.
- Brodsky V.Y.* Polyploidy in the mammalian heart. In: Development and Regenerative Potential of Cardiac Muscle. Harwood Press, 1991, pp. 253–292.
- Brodsky V.Y., Uryvaeva I.V.* Cell polyploidy. Its relation to tissue growth and function // Inter. Review. Cytology. 1977. V. 50. P. 275–332.
- Brodsky V.Y., Uryvaeva I.V.* Genome Multiplication in Growth and Development. Cambridge Univ. Press, 1985.
- Brodsky V.Y.* Rhythm of protein synthesis and other circahoralian oscillations. Possible involvement of fractals. In: Ultradian Rhythms in Life Processes, Lloyd D., Rossi E. Eds. London. Springer, 1992. P. 23–40.
- Brodsky V.Y.* Direct cell–cell communication. A new approach derived from recent data on the nature and self-organization of ultradian (circahoralian) intracellular rhythms // Biological Reviews of Cambridge Philosophical Soc. 2006. V. 82. P. 143–162.
- Brodsky V.Y., Lloyd D.* Self-organized intracellular ultradian rhythms provide direct cell–cell communication. In: Ultradian Rhythms from Molecules to Mind. Springer, 2008. P. 85–104.