

Научный путь Бориса Теодоровича Поляка. Оптимизация А. В. Гасников

Борис Теодорович Поляк родился в семье научных работников 4 мая 1935 г. в Москве в коммунальной квартире. Уже после войны семья переехала в квартиру на набережной недалеко от Киевского вокзала, в которой Б. Т. Поляк и прожил всю последующую жизнь. Уже в школьные годы у Бориса Теодоровича проявился математический талант, что нашло подтверждение в успешном участии в первых школьных олимпиадах и золотой медали, с которой он окончил школу. Однако это не помогло поступить на мехмат¹. Как впоследствии вспоминал В. М. Тихомиров, из большого числа сильных ребят, которых он знал и которым в разное время так и не дали поступить на мехмат, Борис Теодорович был одним из тех двух, кто в итоге смог стать выдающимся ученым (математиком). Собственно, не попав на мехмат, Борис Теодорович поступил в Институт стали и сплавов (Институт стали им. Сталина на момент поступления, 1952 год), который успешно закончил, подготовив в 1958 году курсовую работу под руководством Г. П. Иванцова. Написав при этом 5 статей (в «Научных докладах высшей школы. Metallургия»), фактически будучи еще студентом. По рекомендации Г. П. Иванцова после окончания института попал в Институт электронных управляющих машин Академии наук СССР (ИНЭУМ), где познакомился с молодыми математиками-вычислителями А. С. Кронродом, А. Л. Брудно, Е. В. Гливенко, Г. М. Адельсон-Вельским, А. Л. Лунцем, М. Вайнштейном. В этом институте в лаборатории чл.-корр. АН СССР И. С. Брука была разработана в 1954 году одна из первых ЭВМ в СССР, на которой Б. Т. Поляк начал работать еще на старших курсах института. Как впоследствии шутил Борис Теодорович, самыми удачными его программами были первые программы на этой ЭВМ. Он писал их сразу и без ошибок, чем, собственно, обратил на себя внимание уже как талантливый программист. В коллективе, возглавляемом А. С. Кронродом, Борис Теодорович чувствовал себя очень комфортно. Все учились друг у друга, и было ощущение какой-то свободы. Непосредственным руководителем Б. Т. Поляка в тот период был А. Л. Брудно, разработавший к тому моменту по закрытой тематике, связанной со слежением за траекториями летательных объектов, фильтр Калмана (раньше Калмана). Собственно, в этом коллективе во второй половине 50-х гг. в СССР зарождалось то, что впоследствии на Западе стало называться Computer Science. В частности, уже в то время Б. Т. Поляк участвовал в создании программы по игре в подкидного дурака. Параллельно с игрушечными задачами коллектив занимался серьезными расчетами, связанными, например, с изучением процессов, возникающих при взрыве бомбы. Борис Теодорович считал, что работа в этом коллективе была его первым настоящим знакомством с математиками, которое во многом определило его дальнейшую судьбу². В 1959 году Б. Т. Поляк попал в почтовый ящик 2473 (закрытая организация по изготовлению компьютеров) к Ю. А. Шрейдеру (один

¹ Воспоминания о тех событиях и событиях, связанных с поступлением сына Бориса Теодоровича на мехмат в 1980 году, можно найти вот здесь: https://z.berkovich-zametki.com/y2021/nomer8_9/bpoljak/, а также здесь: <https://www.ipu.ru/press-center/43033>. Мы лишь кратко отметим, что будет подтверждаться и в дальнейшем: Борис Теодорович, безусловно, был принципиальным человеком, равнодушным к несправедливости.

² Воспоминания о тех событиях можно найти здесь: <https://7i.7iskusstv.com/y2020/nomer7/bpoljak/> и здесь: https://www.mathnet.ru/php/seminars.phtml?option_lang=rus&presentid=32674. Это видео, насколько нам известно, является последним выступлением Бориса Теодоровича на научных семинарах.

из первых учеников И. М. Гельфанда), работавшему также на мехмате МГУ и в Институте стали им. Сталина, где они и познакомились. Собственно, именно Юлий Анатольевич Шрейдер и предложил Борису Теодоровичу поступать в аспирантуру мехмата МГУ, параллельно (еще до поступления) уже фактически начав заниматься совместной научной работой (в частности, по применению ортогональных полиномов Уолша в приближенных вычислениях). Летом 1960 года Борис Теодорович успешно поступил на мехмат на кафедру вычислительной математики. Кафедрой заведовал акад. А. Н. Тихонов. Шестидесятые годы — золотой век мехмата. Борис Теодорович впоследствии вспоминал: «Я попал в самое лучшее время, в самое лучшее место. Это было что-то уникальное — высочайшая концентрации великих математиков. Это было замечательное время...». В аспирантуре Борис Теодорович был предоставлен сам себе. С некоторой иронией, но при этом искренней благодарностью Борис Теодорович вспоминал, что именно то, что Юлий Анатольевич отправил его в свободное плавание, сыграло очень важную роль в его судьбе. Именно тогда Б. Т. Поляк сам нашел свою тему — «Оптимизацию» (сейчас, наверное, точнее было бы сказать «Численные методы оптимизации»). Как единой науки оптимизации тогда не было. Были отдельные разделы: линейное программирование, вариационное исчисление, оптимальное управление, наилучшие приближения и т. д. Совместно с А. А. Милютиним, И. В. Гирсановым¹ и В. М. Тихомировым Борис Теодорович организует на мехмате различные научные семинары вокруг оптимизации. Параллельно оптимизация активно развивается в СССР в Киеве (Б. Н. Пшеничный, Н. З. Шор, С. И. Зуховицкий) и Ленинграде (Л. В. Канторович, В. Ф. Демьянов, А. М. Рубинов)². В 1963–1964 годах Борис Теодорович опубликовал 3 статьи в ЖВМ и МФ вокруг метода градиентного спуска, которые определили развитие численных методов оптимизации на многие десятилетия вперед. В этих статьях были введены сильно выпуклые функции, условие градиентного доминирования (условие Поляка–Лоясиевича), исследовались вопросы решения недоопределенных систем уравнений, линейные матричные неравенства, метод тяжелого шарика (моментный метод Поляка) и многое другое. В частности, спустя 20 лет аспирант Б. Т. Поляка Юрий Евгеньевич Нестеров в своей кандидатской диссертации предложил глобально сходящийся вариант метода тяжелого шарика — ускоренный градиентный метод, который спустя еще 20 лет (в начале уже нового столетия) кардинальным образом поменял облик современных численных методов оптимизации. В феврале 1964 года на основе этих результатов Б. Т. Поляк защитил на мехмате МГУ кандидатскую диссертацию: «Градиентные методы минимизации функционалов, решения уравнений и неравенств». Борис Теодорович впоследствии вспоминал, что один из оппонентов, М. М. Вайнберг, внимательнейшим образом вычитывал каждое предложение и по каждой страничке была отдельная встреча, на которой обсуждался каждый переход в доказательстве. Сама же защита при этом прошла меньше чем за час и очень благожелательно. После защиты диссертации Борис Теодорович продолжил работать в Вычислительном

¹ Очень талантливый математик Игорь Владимирович Гирсанов так и не успел по-настоящему раскрыться (впрочем, успев внести значительный вклад в различные области: достаточно вспомнить одну из самых важных теорем в финансовой математике — теорему Гирсанова), трагически погиб молодым в горном походе в Саянах (под лавиной). Впоследствии благодаря усилиям Б. Т. Поляка уникальный по доступности и четкости курс лекций И. В. Гирсанова по условиям экстремума был издан и стал доступным широкой аудитории. Этот курс и по сей день является одним из лучших изложений теории Дубовицкого–Милютина. Вообще, развивая эту тему, можно также отметить, что благодаря Б. Т. Поляку мы узнали о приоритете иркутского математика И. И. Дикина (ученика Л. В. Канторовича) в методах внутренней точки (эллипсоид Дикина) в переизданной в 2010 году Б. Т. Поляком малодоступной старой книги: Дикин И. И. Метод внутренних точек в линейном и нелинейном программировании. Также в 2010 году под редакцией Б. Т. Поляка выходит перевод основного западного учебника по численным методам выпуклой оптимизации, написанного Ю. Е. Нестеровым в 2004 году (этот учебник ознаменовал начало бума ускоренных градиентных методов на Западе). Эта книга впоследствии существенным образом повлияла на обучение студентов ведущих вузов численным методам оптимизации.

² Подробнее о развитии оптимизации в СССР Борис Теодорович рассказывает в следующей статье: Polyak B. T. History of mathematical programming in the USSR: analyzing the phenomenon // *Mathematical Programming*. — 2002. — Vol. 91, no. 3. — P. 401–416.

центре МГУ до конца 60-х годов. В это время он начал активно читать лекции, вести семинары. В развитие темы диссертации появились исследования по градиентным методам для задач с ограничениями (в том числе по методу условного градиента Левитина–Поляка), по методу сопряженных градиентов, по негладким выпуклым задачам (в частности, по линейной сходимости методов градиентного типа для задач с острым минимумом), по методу последовательного проектирования, по теоремам существования в задачах на экстремум. . .¹ Все эти исследования вошли в золотой фонд современных численных методов оптимизации и до сих пор активно используются и развиваются. Только эти работы 60-х годов имеют десятки тысяч цитирований и навсегда вписали имя Бориса Теодоровича в историю численных методов оптимизации как одного из ее создателей — человека, с которого, по словам Ю. Е. Нестерова, и началась современная оптимизация с точными оценками скорости сходимости метода на худшей целевой функции из рассматриваемого класса функций и нижними оценками для допустимых классов алгоритмов и классов целевых функций. Впоследствии в конце 70-х годов все это привело А. С. Немировского и Д. Б. Юдина к созданию современной теории сложности задач оптимизации за счет удачной формализации понятия классов сложностей задач и получению ряда новых нижних оценок на введенных классах сложностей.

В 1966 году Борис Теодорович принял участие в качестве одного из помощников А. Н. Колмогорова на Международном математическом конгрессе математиков (проходил в главном здании МГУ). По воспоминаниям очевидцев, это было уникальное событие для того времени. Именно там Борис Теодорович познакомился с ведущими западными учеными в области оптимизации (например, с Р. Т. Рокафелларом, который уже тогда «ходил с идеей своей будущей известной книги по выпуклому анализу»), а они познакомились с ним. Все остались друг от друга в восторге. Впоследствии в 1977 году это поможет Борису Теодоровичу впервые выехать за границу. На этом заканчивается очень важный период жизни Бориса Теодоровича и начинается новый².

В 1968 году траектория Бориса Теодоровича сильно изменилась. Б. Т. Поляк был одним из 99 человек (многие из которых как раз были с мехмата МГУ), которые подписали коллективное открытое письмо в защиту своего коллеги Александра Есенина-Вольпина, принудительно помещенного в психиатрическую больницу в связи с его диссидентской деятельностью. Письмо

¹ По каждому из перечисленных сюжетов можно многое сказать. Но ограничимся лишь только некоторыми фактами, которые приведем здесь для исторической справедливости. Метод условного градиента Левитина–Поляка часто в литературе называют методом Франк–Вульфа. Действительно, в 1956 году для квадратичных задач Франк и Вульф предложили беспроекторный метод решения с помощью так называемого линейного минимизационного оракула. В работе 1966 года Е. С. Левитиным и Б. Т. Поляком для общих задач выпуклой условной оптимизации был предложен метод (совпадающий в частном случае с методом Франк–Вульфа) с новой политикой выбора шага, оценками скорости сходимости и нижними оценками, показывающими, что полученные оценки скорости сходимости метода неуллучшаемы. Также в западной литературе одним из двух-трех самых популярных вариантов так называемого нелинейного метода сопряженных градиентов является метод Полака–Рибьера. Однако знающие люди говорят так: Полака–Рибьера–Поляка, что исторически, наверное, более правильно. Шаг Поляка–Шора для субградиентного метода, как и сам субградиентный метод Поляка–Шора, сыграл важную роль в становлении области huge-scale-оптимизации (начало этой области положила одноименная статья Ю. Е. Нестерова 10-летней давности). В частности, с помощью описанного метода (за счет очень дешевых итераций и возможности эффективно организовать пересчет) метод Поляка–Шора–Нестерова использовался иркутскими учеными А. Ю. Горновым и А. С. Аникиным, для того чтобы решать задачу оптимизации в размерностях до сотен миллиардов переменных. Ну а метод последовательных проектирований совершил определенную революцию в свое время в вычислительной томографии. Собственно, и метод тяжелого шарика в последние годы стал особо популярным не потому, что он породил ускоренный метод, а потому, что просто на практике его (стохастические) вариации эффективно используются для обучения нейронных сетей (это один из 4–5 основных методов обучения нейронных сетей, описанных в классической книге по глубокому обучению Гудфеллоу–Бенджио–Курвилля). Немного более подробно о своих работах 60-х годов и их влиянии на современную науку Б. Т. Поляк рассказывает в своей речи в 2020 году, подготовленной в связи с вручением ему премии Л. Г. Хачияна (https://www.youtube.com/watch?v=_6p5qQ15fpw&t=3s).

² Подробнее о 60-х годах можно посмотреть, например, здесь: https://www.mathnet.ru/php/seminars.phtml?option_lang=rus&presentid=27133 и здесь: https://www.mathnet.ru/php/seminars.phtml?option_lang=rus&presentid=38048.



Б. Т. Поляк, 1960 год

стало важным событием в истории советской математики и в некотором смысле ознаменовало окончание эпохи «золотого века мехмата». Не вдаваясь в детали, укажем лишь, что в результате давления многие подписанты в итоге отозвали свои подписи. Борис Теодорович проявил принципиальность и стал одним из немногих, кто не стал отзываться свою подпись. Это привело к тому, что он вынужден был уйти с мехмата, получив «черную метку». Около двух лет Б. Т. Поляк, находясь в расцвете сил и содержа молодую семью (в тот момент у Б. Т. Поляка и Г. М. Корпелевич уже родился сын — Михаил Поляк, род. в 1963 году), фактически не мог найти постоянного места работы. В 1971 году его приютил в Институте проблем управления (ИПУ) Яков Залманович Цыпкин, сыгравший в дальнейшей судьбе Бориса Теодоровича очень важную роль¹. Яков Залманович не только не побоялся взять Б. Т. Поляка к себе, но и постарался максимально во всем ему помогать на новом месте. Как результат, талант Бориса Теодоровича и забота Якова Залмановича практически сразу стали давать свои плоды. Начался новый интересный и богатый на события период жизни Бориса Теодоровича, в котором он активно погрузился в управление, стохастическое агрегирование, впервые выехал за границу. В частности, в 1978 году им была успешно защищена докторская диссертация «Методы оптимизации при наличии помех». Стоит отметить, что

¹ В 2020 году Борис Теодорович в честь 100-летия Я.З. Цыпкина написал статью о нем: <https://ifatwww.et.uni-magdeburg.de/ifac2020/media/pdfs/3020.pdf> (см. также обзор по адаптивному и робастному управлению в СССР: https://www.researchgate.net/profile/Boris-Polyak-2/publication/350909727_Adaptive_and_Robust_Control_in_the_USSR/links/60852e8a907dcf667bc0ccc8/Adaptive-and-Robust-Control-in-the-USSR.pdf). Спустя 50 лет судьба распорядилась так, что в роли Якова Залмановича Цыпкина пришлось выступить уже самому Борису Теодоровичу, который приютил у себя в ИПУ (в лаборатории, уже носящей имя Я.З. Цыпкина) Максима Викторовича Балашова, пострадавшего за свою профсоюзную деятельность на прежнем месте работы. Немного подробнее о том, как складывалась его судьба в ИПУ, как развивалось сотрудничество с Я.З. Цыпкиным, Борис Теодорович рассказывает в этом интервью: <https://www.youtube.com/watch?v=2PcidcPxvyk>.

в цикле совместных работ с Я. З. Цыпкиным Борису Теодоровичу в 70-е годы удалось перенести достижения современной на тот момент статистики на стохастическую оптимизацию. В частности, по аналогии с неравенством Рао–Крамера в статистике Б. Т. Поляком и Я. З. Цыпкиным были получены нижние оценки на асимптотические скорости сходимости различных процедур стохастического агрегирования, в том числе решения задач оптимизации в условиях зашумленных градиентов. Были предложены оптимальные псевдоградиентные стохастические динамики, которые достигают нижних оценок за счет специальных предобуславливающих матриц (обратного гессиана целевой функции в решении и обратной информационной матрицы Фишера, подсчитанной также в решении). Подробно исследованы вопросы о том, какие оценки достигаются при различных конкретных вариантах выбора псевдоградиентной стохастической динамики. Впоследствии, по воспоминаниям А. В. Назина и коллег, в конце 80-х годов на семинаре в ИПУ Борис Теодорович рассказал удивительную по простоте и изяществу конструкцию (которую впоследствии стали называть усреднением или алгоритмом Поляка–Рупперта–Юдицкого), которая пришла ему «во сне»: конструкция заключается в том, что если в процедурах стохастического агрегирования (на современный лад — в стохастических градиентных и псевдоградиентных спусках) брать шаговый множитель по $k = 1, 2, \dots$ не $\sim \frac{1}{k}$, как предписывает теория в сильно выпуклом случае, а $\sim \frac{1}{k^\alpha}$, где $\alpha \in (0, 1)$, и при этом в качестве выхода алгоритма понимать среднее арифметическое точек на траектории метода, то такая процедура фактически позволяет полностью нивелировать необходимость в предобуславливателе в виде обратного гессиана в решении (что и не доступно — решение заранее неизвестно, и трудно вычислимо — необходимо матрицу обращать). Другими словами, за счет введенного усреднения можно добиться такой же асимптотической скорости сходимости, как если бы допустимо использовать описанный выше предобуславливатель. Для практики и развития области стохастической оптимизации это наблюдение сыграло очень важную роль.

В 1983 году у Б. Т. Поляка вышла книга «Введение в оптимизацию», которая была переведена на Западе в 1987 году. Книга является уникальной в плане сочетания содержательности материала, математической строгости и доступности изложения. Она сыграла важную роль в подготовке специалистов по численным методам оптимизации во всем мире, и в особенности в СССР. Можно также заметить, что эта книга до сих пор является одной из основных книг, по которой читаются лекции студентам школы ФПМИ МФТИ по численным методам оптимизации. Это при том, что за прошедшие 40 лет в данной области произошли колоссальные продвижения по целому ряду направлений. Редактором книги выступил тогда аспирант Б. Т. Поляка — Юрий Евгеньевич Нестеров, который вспоминал, что именно работа по подготовке этой книги ввела его в эту область. Также он вспоминал, что одной из целей Бориса Теодоровича было написать книгу по оптимизации «с человеческим лицом». Сам Борис Теодорович при разговоре об этой книге как-то раз обмолвился, что фактически она была написана еще в 70-е годы и что правильнее было ее опубликовать уже тогда. Эффект мог бы быть еще больше. Но, как показала история, такие книги (к таким же книгам, наверное, можно отнести и уже упомянутые ранее книги А. С. Немировского, Д. Б. Юдина и книгу Ю. Е. Нестерова) пишутся «на века», и для нынешнего поколения, перечисленные нюансы о дате выхода первого издания книги едва ли так уж важны.

В конце 80-х – начале 90-х гг. в ряде совместных работ со своим аспирантом А. Б. Цыбаковым (так же как и Ю. Е. Нестеров, ставший впоследствии известным ученым, но уже в области математической статистики) получили оптимальные порядки точности поисковых алгоритмов стохастической оптимизации, ну или (на современном языке) предложили ряд эффективных алгоритмов и нижние оценки для задач стохастической оптимизации с одноточечным безградиентным оракулом. Обратим особое внимание, что часть этих результатов касалась функций повышенной степени гладкости. Б. Т. Поляком и А. Б. Цыбаковым была использована достаточно

интересная ядерная рандомизирующая техника, позволившая уйти от конечных разностей высокого порядка при аппроксимации градиента со всеми вытекающими проблемами, связанными с неточностью вычислений (конечностью мантиссы). Сейчас эта техника переживает вторую молодость и активно используется в разных статьях. Вообще, тема неточностей/шумов в градиентах и значениях целевой функции (в том числе «враждебных») достаточно сильно интересовала Бориса Теодоровича на протяжении 30 лет (с начала 70-х годов до начала нового столетия). Частично об этом написано в уже упомянутой книге 1983 года, а частично написано в книге 2003 года (совместной с петербургским ученым О. Н. Граничиным). В частности, в пока не так сильно замеченной статье 1981 года¹ Борис Теодорович показывает, что для задач гладкой выпуклой оптимизации аддитивная неточность в градиенте в различных процедурах типа градиентного спуска может приводить к расходимости последних. И побороть эту проблему можно ранней остановкой метода. Сейчас уже известно, что таким образом проблема и правда решается, в том числе и для ускоренных методов. Но вот если неточность в градиенте относительная: $\|\tilde{\nabla} f(x) - \nabla f(x)\| \leq \alpha \|\nabla f(x)\|$, то до сих пор неизвестно, в какой степени переносится на ускоренные методы результат Б. Т. Поляка о том, что скорость сходимости градиентного спуска (при должной коррекции шага метода) замедляется в $\sim (1-\alpha)^{-1}$ раз. Отметим также, что термин «ранняя остановка» стал популярным в последние годы в сообществе специалистов по машинному обучению в связи с необходимостью ранней остановки процедуры обучения по выборке фиксированного размера, дабы избежать переобучения.

В 90-е годы в стране начали происходить тектонические изменения. Огромное количество ученых предпочли уехать за границу. Большое число предложений из ведущих университетов США и Европы получил и Борис Теодорович. Его хорошо знали и очень высоко ценили на Западе. Однако Борис Теодорович совершенно осознано не принял ни одного предложения, пояснив, что видит свое место в России. Как потом вспоминал Б. Т. Поляк, в это время в материальном плане оставаться на плаву ему помогали различные западные стипендии. По нынешним меркам это были совсем не большие выплаты (скажем, 300 долларов в год), но по тем временам это было вполне ощутимо². Что касается науки, то в 90-е годы Борис Теодорович в основном сосредоточился на вопросах робастности, устойчивости и синтезе управлений. Эти темы плавно перетекали в новое столетие. К ним добавились исследования по стабилизации хаоса, синхронизации хаотических систем, локальному программированию, подавлению внешних возмущений и технике линейных матричных неравенств. Исследования в последнем направлении завершились написанием монографии «Управление линейными системами при внешних возмущениях. Техника линейных матричных неравенств» (совм. с М. В. Хлебниковым и П. С. Щербаковым), удостоенной Премии Президиума РАН имени Б. Н. Петрова за 2016 год. Особо отметим совместную статью с Ю. Е. Нестеровым по кубически регуляризованному методу Ньютона в 2006 году. Кубическая регуляризация оказалась эффективной для теоретического анализа и хорошей на практике. Кубическая регуляризация фактически вытеснила господствующий на тот момент подход к глобализации сходимости, базирующийся на методе доверительных областей. Именно эту статью Нестерова – Поляка можно считать родоначальницей современной и бурно развивающейся области численной оптимизации — тензорных методов³.

¹ Poljak B. Iterative algorithms for singular minimization problems // Nonlinear Programming. — 1981. — Vol. 4. — P. 147–166. Стоит обратить внимание на необычное написание фамилии Б. Т. Поляка в этой статье. Обычно (во многих других статьях) фамилия пишется как Polyak.

² Уже в XXI столетии ситуация с финансированием отечественной науки заметно улучшилась. В частности, к десятым годам финансирование уже начало выходить на вполне приличный уровень, что не без радости отмечал Борис Теодорович в то время.

³ Об истории и роли статьи Нестерова – Поляка см., например, здесь: <https://znanaku.mipt.ru/2023/01/19/ot-nyutona-dokovaleva/>.

В 2008 году Борис Теодорович вместе со своей ученицей Е. Н. Грязиной решили организовать традиционную Всероссийскую молодежную летнюю школу «Управление, информация и оптимизация»¹. Душой школы выступала Елена Грязина, а мозгом — Борис Теодорович. Впрочем, разделение весьма условное. Одно можно сказать точно — эти школы проводятся с тех пор каждое лето (они и правда стали традиционными), и та неповторимая душевная и одновременно творческая атмосфера, которую удавалось создавать ее организаторам, безусловно, запоминалась всем ее участникам все эти годы. А за 15 лет через школу прошло большое число студентов, аспирантов, молодых ученых. Многие из них впоследствии признавались, что участие в школе серьезным образом повлияло на выбор научного пути. Уникальность атмосферы обеспечивалась прежде всего высочайшими требованиями к отбору лекторов (в разные годы в качестве приглашенных лекторов на школе были С. Бойд, К. В. Воронцов, Ф. Даббенне, Г. А. Кабатянский, Б. Ш. Мордухович, А. В. Назин, А. С. Немировский, Ю. Е. Нестеров, И. В. Оселедец, А. Е. Поляков, А. М. Райгородский, В. Г. Спокойный, К. Турицын, П. Рихтарик, Р. Темпо, Е. Е. Тыртышников, В. Ю. Протасов, О. Н. Граничин, А. Л. Фрадков, Э. Фридман, М. В. Хлебников, П. С. Щербаков, А. Б. Юдицкий и многие другие) и неформальным общением, на которое на каждой школе было специально заложено время. Формат круглых столов — приглашенные лекторы отвечают на вопросы участников, в том числе рассказывают о себе, о том, как они дошли до жизни такой. В 2023 году традиционной школе было решено присвоить имя Б. Т. Поляка. В 2023 году школа пройдет на базе НИУ ВШЭ в Нижнем Новгороде с 10 по 16 июля.

Достаточно важным событием в жизни не только Бориса Теодоровича, но и в целом оптимизационного сообщества в России стало открытие В. Г. Спокойным в 2011 году на ФУПМ МФТИ (ныне школа ПМИ МФТИ) в рамках программы мегагрантов лаборатории «ПреМоЛаб». Ю. Е. Нестеров и Б. Т. Поляк стали основными сотрудниками этой лаборатории. Открытие лаборатории позволило на регулярной основе привозить в Россию ведущих в мире специалистов в области оптимизации и перенимать их опыт. Регулярными (раз в год, в конце каждого года) стали встречи молодежи с «тремя оракулами»: Б. Т. Поляком, А. С. Немировским и Ю. Е. Нестеровым (эти встречи так и назывались — «три оракула»). Сложно переоценить факт существования лаборатории (2011–2015 гг.) для развития направления численных методов оптимизации на физтехе: недавно созданная в МФТИ лаборатория математических методов оптимизации (<https://labmmo.ru/>) как раз является в некотором смысле наследницей ПреМоЛаба по части как раз оптимизации.

Борис Теодорович активно поддерживал два научных семинара: «Теория автоматического управления и оптимизации» в ИПУ РАН² и «Общероссийский семинар по оптимизации» в МФТИ. Последний было решено переименовать в «Общероссийский семинар по оптимизации им. Б. Т. Поляка». Первое заседание 2023 года было посвящено воспоминаниям учеников и коллег о Борисе Теодоровиче³.

В последние годы жизни Борис Теодорович исследовал образы квадратичных отображений, большие отклонения в линейных системах⁴, вместе с М. В. Хлебниковым (которому

¹ Архив школ с материалами лекций, фотографиями и всякой разной информацией доступен, например, вот тут: <https://ssopt.org/> и тут: <https://www.sites.google.com/site/traditionalschool/>. Также можно посмотреть рассказ Е. Н. Грязиной в рамках вечера воспоминаний о Б. Т. Поляке 17 февраля 2023 года: https://www.mathnet.ru/php/seminars.phtml?option_lang=rus&presentid=38048.

² Подробнее о семинаре см. здесь: https://www.mathnet.ru/php/conference.phtml?option_lang=rus&eventID=34&confid=622 и здесь: <https://sites.google.com/site/lab7seminar/>.

³ Подробнее о семинаре см. здесь: https://www.mathnet.ru/php/conference.phtml?option_lang=rus&eventID=31&confid=1794.

⁴ Последней ученицей Бориса Теодоровича была Марина Данилова. Защита была в МФТИ в декабре 2022 года. В диссертации Марины как раз среди прочего с помощью пик-эффекта (эффекта всплеска) объяснялось циклическая немонотонная сходимости метода тяжелого шарика, которая на самом деле имеет место также и для ускоренных градиентных методов.

в 2013 году передал руководство лабораторией им. Я. З. Цыпкина в ИПУ) активно занимался задачами синтеза управлений, а также часто возвращался к некоторым темам, которые ранее развивал, в частности, к градиентным методам в условиях градиентного доминирования (Лежанского – Поляка – Лоясиевича). В 2021–2022 годах им была опубликована пионерская серия работ на стыке оптимизации и управления, посвященная синтезу обратной связи как невыпуклой задачи матричной оптимизации. В некотором смысле, она закольцовывает его научную деятельность. Свою последнюю статью-обзор (в энциклопедию оптимизации) Борис Теодорович посвятил своей первой жене Г. М. Корпелевич (покинувшей этот мир больше 30 лет назад) и ее экстраградиентному методу, по праву являющемуся основным инструментом решения монотонных вариационных неравенств и выпукло-вогнутых седловых задач.



Б. Т. Поляк, наше время

Более подробно с публикациями Бориса Теодоровича можно познакомиться на страницах MathNet, ResearchGate и его личной странице¹, которую создал и поддерживает Андрей Тремба.

Приведем в заключение несколько цитат с вечера воспоминаний о Борисе Теодоровиче, которые, на наш взгляд, достаточно точно описывают Бориса Теодоровича как Человека и Ученого².

О. Н. Граничин: «Я внимательно изучал много статей Б. Т. Поляка, но ни разу ни в одной статье не смог найти какой бы то ни было неточности».

А. Ю. Горнов, Е. А. Нурминский и др.: «С уходом Бориса Теодоровича уходит целая эпоха в численных методах оптимизации. . . »

¹ Соответствующие ссылки: https://www.mathnet.ru/php/person.phtml?option_lang=rus&personid=19641, <https://www.researchgate.net/profile/Boris-Polyak-2>, <https://sites.google.com/site/lab7polyak>.

² Здесь нет опечатки, потому что и Человеком и Ученым он был, безусловно, с большой буквы, о чем говорили абсолютно все во время этого вечера, который продлился почти 5 часов!

В. М. Тихомиров: «Боря был выдающимся математиком, жизнерадостным, разносторонним человеком и одним из самых ярких людей, которых мне довелось видеть в своей жизни. Боря был настоящим другом. . . Таких, каких очень мало. . .»¹.

А. Ю. Горнов и др.: «Находясь рядом с ним, всегда самому хотелось быть лучше. . .»

В этом тексте специально особо не говорилось про премии и должности, которые в разное время были у Бориса Теодоровича. Наверное, не ошибусь, если напишу, что для Бориса Теодоровича все это было совсем не главным. Он не стремился «накопить на ракету», собрать все премии или кого-то удивить высокими званиями и должностями. . . Он был удивительно простым, скромным, открытым ко всему новому и очень доброжелательным, но принципиальным человеком, который никогда не готов был идти на компромиссы со своей совестью. Уже в конце жизни, понимая, что скоро умрет (о неизлечимой болезни Борис Теодорович узнал осенью 2022 года), в одном из последних разговоров с В. М. Тихомировым Борис Теодорович признался, что он прожил полноценную и, в общем-то, счастливую жизнь, что ему не в чем себя упрекнуть. И в завершение он сказал, что ему в этой связи не страшно уходить. Бориса Теодоровича не стало 3 февраля 2023 года².

Это был по-настоящему Великий Ученый и Человек, с которым я имел счастье быть знакомым!

Автор хотел бы выразить благодарность М. В. Хлебникову, А. В. Назину, А. А. Трембе, Б. Ш. Мордуховичу, Ф. С. Стонякину, Р. Хильдебранду, Е. Н. Грязиной, М. В. Балашову, а также всем участникам вечера воспоминаний о Борисе Теодоровиче Поляке (который прошел 17 февраля 2023 г.) за помощь в подготовке данной статьи.

¹ Разговор об этом зашел, когда Владимир Михайлович вспоминал, что Борис Теодорович до конца (мая 2022 года) оставался с Н. Д. Введенской, с которой они дружили практически всю взрослую жизнь, всячески ее поддерживая и помогая во всем, в том числе регулярно навещая, хотя самому уже все это было совсем не просто.

² За два дня до своего ухода он ответил мне на письмо с научным вопросом. О тяжелой болезни Бориса Теодоровича я в итоге узнал уже после его ухода. Из общения с ним мне было это непонятно. За день до ухода Борис Теодорович успел поговорить в скайпе/зуме с несколькими своими учениками и коллегами. Несмотря на неизлечимую болезнь, Борис Теодорович старался не унывать. Таким он нам всем и запомнится. Очень светлым, улыбающимся человеком, с которым всегда очень приятно было находиться рядом.