

К 75-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ВЫДАЮЩЕГОСЯ УЧЕНОГО

академика НАН Украины Наума Зуселевича Шора 01.01.1937 – 25.02.2006

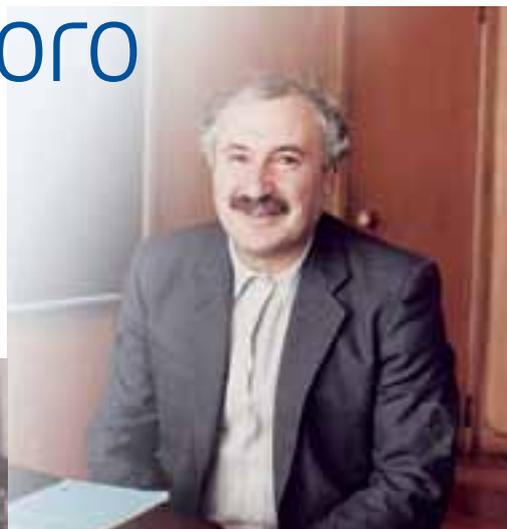
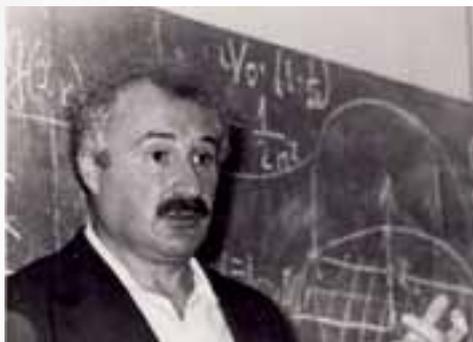
1 января 2012 года исполнилось 75 лет со дня рождения академика НАН Украины Наума Зуселевича Шора — выдающегося ученого, основателя киевской школы недифференцируемой оптимизации.

Вся профессиональная жизнь Н. З. Шора прошла в Институте кибернетики имени В. М. Глушкова. Здесь¹ он начал работать после окончания Киевского национального университета имени Тараса Шевченко по приглашению Виктора Михайловича Глушкова, руководителя его дипломной работы по дифференциальной алгебре. В Институте он прошел все ступени от инженера до руководителя отдела методов решения сложных задач оптимизации.

Это были времена интенсивного развития прикладной математики в Советском Союзе, а Институт кибернетики стал одной из ведущих организаций в области информатики, вычислительной техники, численных методов оптимизации. Широкую известность и признание получил метод последовательного анализа вариантов («киевский веник»), разработанный В. С. Михалевичем и Н. З. Шором [1]. Этот метод был использован для решения ряда важных всесоюзных народнохозяйственных задач: задачи оптимального проектирования продольных профилей железных дорог (БАМ), магистральных газопроводов, транспортных и электрических сетей, задачи оптимальной загрузки прокатных станов СССР и др.

В 60-х годах разработка методов недифференцируемой оптимизации обеспечила возможность решения сложных практических задач оптимизации на базе вычислительной техники того времени. Создание и исследование этих методов составили наиболее значительную часть творческого наследия Н. З. Шора. Наиболее полно результаты по этой тематике, полученные в период с 1962 по 1978 год, отражены в монографии [2]. Эта книга получила огромную известность, была переведена на английский язык и издана в издательстве «Шпрингер» в 1985 г. [3]. В монографии исследованы основные модификации метода обобщенного градиентного спуска, изложены алгоритмы субградиентного типа с растяжением пространства в направлении субградиента и разности двух последовательных субградиентов, которые обладают ускоренной сходимостью. Рассмотрены приложения этих методов к решению разнообразных задач оптимального планирования и проектирования. О сущности проблем, связанных с недифференцируемостью и о вкладе Н. З. Шора в их решение замечательно написал Б. Т. Поляк [4].

¹ В 1958 году он начал трудовую деятельность в Вычислительном центре Академии наук Украины, преобразованном в 1962 году в Институт кибернетики.



Основные алгоритмы минимизации гладких функций — градиентный и Ньютона — были построены на использовании линейной и квадратичной аппроксимации функции, задаваемой первыми членами ряда Тейлора. Однако, для недифференцируемой функции эта идея неприменима — такая функция не может быть хорошо аппроксимирована ни линейной, ни квадратичной функциями... Поэтому разработка методов минимизации негладких функций требует привлечения новых идей. Одна из них, принадлежащая Н. З. Шору, выглядит несколько неожиданно. Пишется прямой аналог градиентного метода с заменой градиента на произвольный субградиент... значения функции в этом методе не могут убывать монотонно. Оказывается, однако, что при этом монотонно убывает другая функция — расстояние до точки минимума, и в этом-то заключается основная идея субградиентного метода.”

Результаты Н. З. Шора по методам негладкой оптимизации можно разделить на три направления. Первое — методы обобщенного градиентного спуска (ОГС) (1962–1971), которые положили начало новому направлению математического программирования — численным методам негладкой оптимизации. Второе — субградиентные методы с растяжением пространства в направлении субградиента, которые по сравнению с методами ОГС имеют ускоренную сходимость. Частным случаем этого семейства алгоритмов является метод эллипсоидов, скорость сходимости которого зависит лишь от размерности пространства [5]. Использование метода эллипсоидов позволило решить ряд важных вопросов в теории сложности задач математического программирования. Третье направление — это субградиентные методы с растяжением пространства в направлении разности двух последовательных субградиентов, так называемые *r*-алгоритмы.

До настоящего времени *r*-алгоритмы являются одним из наиболее эффективных средств решения задач недифференцируемой оптимизации. При минимизации гладких функций они конкурентоспособны с наиболее удачными реализациями

методов сопряженных направлений и методов квазиньютоновского типа. К настоящему времени усилиями Н. З. Шора и его учеников Н. Г. Журбенко, Л. П. Шабашовой, В. И. Гершовича, А. В. Кунцевича, П. И. Стецюка, А. П. Лиховида и др. разработано несколько модификаций r -алгоритма применительно к решению разнообразных задач оптимизации. r -алгоритм использовался в задачах оптимизации большой размерности и в блочных задачах с различными схемами декомпозиции, при решении минимаксных и матричных задач оптимизации, для вычисления двойственных лагранжевых оценок в многоэкстремальных и комбинаторных задачах оптимизации.

Методы ОГС и их ускоренные модификации дали возможность решать задачи производственно-транспортного планирования большой размерности с применением схем декомпозиции. Разработанные Н. З. Шором декомпозиционные схемы решения задач блочной структуры нашли многочисленные приложения [2, 6, 7, 8]. r -алгоритмы применялись для решения задач оптимального планирования, оптимального проектирования, синтеза и анализа сетей, восстановления изображений, эллипсоидальной аппроксимации и локализации и др. [2, 9, 10]. Метод ОГС также послужил основой для создания стохастического аналога обобщенного градиентного спуска [11], который имеет большое практическое применение, в частности, при решении многоэтапных задач стохастического программирования.

Большое значение имеют работы Н. З. Шора, связанные с применением методов недифференцируемой оптимизации для получения двойственных лагранжевых оценок в многоэкстремальных квадратичных задачах. Для улучшения этих оценок используется расширение исходных квадратичных постановок задач путем добавления к ним функционально избыточных ограничений. Получение оценок очень важно для дискретных, NP-трудных экстремальных задач на графах и др. Такой подход дает возможность среди NP-трудных невыпуклых квадратичных задач выделить такие подклассы, для которых проблема нахождения значения глобального минимума целевой функции разрешима за полиномиальное время. Проблема точности двойственной оценки для определенной квадратичной задачи [9], соответствующей задаче нахождения глобального минимума полинома, оказалась тесно связана с исследованиями Гильберта о представлении неотрицательных полиномов в виде суммы квадратов полиномов меньших степеней (так называемая 17-я проблема Гильберта). Наиболее полная по материалам этой тематики монография Н. З. Шора [10] вышла за рубежом на английском языке.

К матричным задачам относятся задачи построения оптимальных по объему вписанных в многогранник и описанных вокруг многогранника эллипсоидов, имеющие многочисленные приложения в теории оценивания, распознавании образов, при построении численных методов оптимизации. Оригинальные алгоритмы для решения этих задач разработаны Н. З. Шором вместе с учениками С. И. Стеценко и О. А. Березовским. Эти результаты отражены в монографии [10].



Выдающиеся результаты Н. З. Шора по разработке методов недифференцируемой оптимизации получили высокую оценку как на родине, так и за рубежом. Он был удостоен премий в области науки и техники: Государственных премий СССР (1981) и Украины (1973, 1993, 2000), премии имени В. М. Глушкова Национальной академии наук Украины (1987), премии имени В. С. Михалевича (1997).

Он был профессором Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, Киевского отделения Московского физико-технического института, Национального технического университета (КПИ), Соломонова университета. Под его научным руководством подготовлено 40 кандидатов и 10 докторов наук. Ученики Наума Зуселевича успешно работают в различных областях прикладной математики.

Н. З. Шор — автор 10 монографий и более 200 статей. Основные статьи Н. З. Шора отображены в сборниках его избранных трудов [12, 13]. Его научное наследие оказало существенное влияние на развитие теории и численных методов оптимизации и остается актуальным для будущего. Книги Н. З. Шора стали настольными для ведущих отечественных и зарубежных специалистов в области математического программирования. Яркой характеристикой этому может служить приведенное в [14] письмо профессора С. Бойда (Stephen Boyd) из Стэнфордского университета:



Уважаемый профессор Шор!

Мы никогда не встречались, но ваши работы оказали на меня огромное влияние. Я начал с вашей небольшой книги по субградиентным методам (1985), я тогда был еще аспирантом. А сейчас я читаю вашу новую книгу о недифференцируемой оптимизации (1998) и просто наслаждаюсь ею.

Я высылаю Вам три написанных мною книги. Первая — о проектировании линейных контроллеров с помощью выпуклой оптимизации, вторая — о матричных неравенствах, а третья — учебник по выпуклой оптимизации. [...] Надеюсь, Вы увидите ваше сильное влияние во всех этих книгах.

С уважением, Стефан П. Бойд, 15.04.2005”

Память о Н. З. Шоре, выдающемся ученом и человеке, навсегда останется у всех, кто его знал. Творческое наследие Наума Зуселевича Шора — мощный источник глубоких идей и знаний для новых поколений ученых.

П. И. Стецюк, Т. А. Бардадым, О. А. Березовский, Н. Г. Журбенко, Б. М. Чумаков, Е. И. Шор, сотрудники отдела методов негладкой оптимизации Института кибернетики имени В. М. Глушкова НАН Украины

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Михалевич В. М., Шор Н. З. и др. Вычислительные методы выбора оптимальных проектных решений. — К.: Наук. думка, 1977. — 178 с.
2. Шор Н. З. Методы минимизации недифференцируемых функций и их приложения — К.: Наук. думка, 1979. — 200 с.
3. Shor N. Z. Minimization Methods for Non-Differentiable Functions. — Berlin: Springer-Verlag, 1985. — 178 p.
4. Поляк Б. Т. Введение в оптимизацию. — М.: Наука, 1983. — 384 с.
5. Шор Н. З. Метод отсечения с растяжением пространства для решения задач выпуклого программирования // Кибернетика. — 1977. — №. — С. 94–95.
6. Михалевич В. С., Трубин В. А., Шор Н. З. Оптимизационные задачи производственно-транспортного планирования. Модели, методы, алгоритмы. — М.: Наука, 1986. — 260 с.
7. Шор Н.З., Соломон Д. И. Декомпозиционные методы в дробно-линейном программировании. — Кишинев: Штиинца, 1989. — 204 с.
8. Шор Н.З., Сергиенко И.В. та ін. Задачі оптимального проектування надійних мереж. — К.: Наук. думка, 2005. — 230 с.
9. Шор Н.З., Стеценко С. И. Квадратичные экстремальные задачи и недифференцируемая оптимизация. — К.: Наук. думка, 1989. — 208 с.
10. Shor N. Z. Nondifferentiable optimization and polynomial problems. — Boston; Dordrecht; London: Kluwer Academic Publishers, 1998. — 394 p.
11. Ермольев Ю.М., Шор Н. З. Метод случайного поиска для задач двухэтапного стохастического программирования и его обобщение // Кибернетика. — 1968. — № 1. — С. 90–92.
12. Шор Н. З. Методы минимизации негладких функций и матричные задачи оптимизации. Сборник избранных трудов. — Кишинэу: Эврика, 2009. — 240 с.
13. Шор Н. З. Методы недифференцируемой оптимизации и сложные экстремальные задачи. Сборник избранных трудов. — Кишинэу: Эврика, 2008. — 270 с.
14. Сергиенко И. В., Стецюк П.И. О трех научных идеях Н. З. Шора // Кибернетика и системный анализ. — 2012. — № 1. — С. 4–22.