
**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ
И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ**

УДК 519.8-092

**ОТ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БОЕВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ДО ТЕОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ
И НЕАНТАГОНИСТИЧЕСКИХ ИГР: НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ
ПРОФЕССОРА ЮРИЯ БОРИСОВИЧА ГЕРМЕЙЕРА**

© 2019 г. Ф. В. Костюк

ВЦ ФИЦ ИУ РАН, Москва, Россия

e-mail: fil@ccas.ru; nnovikova@consultnext.ru

Поступила в редакцию 19.11.2018 г.

После доработки 23.11.2018 г.

Принята к публикации 26.11.2018 г.

Излагаются основные научные результаты профессора Ю.Б. Гермейера, включая результаты по расчетам показателей боевой эффективности авиационных систем, теории неантагонистических игр, иерархических игр, теории надежности и исследования операций. Даются вехи его научного, преподавательского и жизненного пути. Приводятся направления дальнейшего развития созданной им московской школы исследования операций.

DOI: 10.1134/S0002338819020124

Введение. 18 июля 2018 г. отмечалось 100-летие со дня рождения выдающегося ученого и организатора науки, яркого и талантливого педагога, глубоко порядочного интеллигентного человека Юрия Борисовича Гермейера. Он открыл новые важные направления отечественной науки, внес весомый вклад в укрепление обороноспособности страны, основал большую научную школу теории исследования операций и воспитал плеяду крупных ученых, создал отдел Исследования операций в Вычислительном центре АН СССР и одноименную кафедру в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова. Ю.Б. Гермейер читал лекции в МГУ и в обществе “Знание”, участвовал в организации международных школ и конференций, вел пользовавшиеся исключительной популярностью научные семинары.

Юрий Борисович Гермейер умер на 57 году жизни, в расцвете творческих сил. Он многое не успел завершить. Дело ученого подхватили ученики, впитавшие его научные идеи и подходы, воспитанные на высоких принципах, в духе самоотверженного служения своему делу, науке, стране.

1. Учеба. Юрий Борисович Гермейер родился 18 июля 1918 г. в городе Аткарск Саратовской губернии в семье военного врача и медсестры. Его отец — Борис Александрович Гермейер, родом из прибалтийских немцев-лютеран, переехавших в Псков, — был военным врачом и служил в военном госпитале в Первую мировую войну. Его мать — Елена Васильевна, урожденная Тихомирова-Покровская, мусульманка по вероисповеданию, — была медсестрой в том же госпитале. Они оба перешли в православие, чтобы пожениться. Исполняя свой врачебный долг, заботясь о тяжелораненых и больных солдатах, Борис Александрович подхватил тиф и умер в том же 1918 г. Вся тяжесть по воспитанию Юры и его старшей сестры Гали в условиях набравшей ход Гражданской войны и последовавшими за ней разрухой и страшным голодом легли на хрупкие плечи Елены Васильевны.

Чтобы помочь Юре и его матери в год, когда в Поволжье вновь разразился голод, из Москвы к ним с продуктами выехала тетя, сестра отца, но она опоздала. Войдя в дом, она увидела на кровати уже высохший в жарком сухом климате труп Елены Васильевны, почти скелет. А у кровати на полу лежал Юра, уже почти без признаков жизни. Он не должен был выжить, но судьба распорядилась иначе. Будучи сама медсестрой, его тетя сделала все возможное, чтобы спасти любимого племянника. Она заказала телегу до ближайшей станции. А поскольку ни есть, ни пить ослабленный ребенок уже ничего не мог, тетя Юры приготовила специальный бульон и через трубочку отпаивала его всю дорогу. Мальчик выжил, можно сказать, родился во второй раз, но

это несчастье и это чудо спасения оставило свой след на всей его жизни. Когда Юрий Борисович начал заниматься наукой, он беззаветно отдавался ей, считал невозможным потерять один день, даже один час подаренного ему судьбою времени, хотел успеть завершить все начатое. И в 60–70-х годах, когда жизнь уже наладилась, он, уважаемый ученый со степенями, званиями, правительственными наградами и авторитетом, неплохо обеспеченный материально по тем временам, сохранил особое, бережное, даже благоговейное отношение к простому хлебу.

Приехав в Москву и стараниями тети окрепнув физически, он возобновил обучение и поступил в 1-ю опытно-показательную школу Наркомпроса им. А.М. Горького. Вынужденный прерыв в обучении не прошел бесследно. Он отставал от сверстников, получал двойки и тройки. Однако его исключительное упорство и редкий талант делают свое дело. Вскоре он уже — среди первых, и особо ярко выявляются его удивительные математические способности.

Во время его обучения в десятом классе, Академия наук и МГУ совместно организовали математическую олимпиаду, первую в СССР. Для ее будущих участников в Математическом институте АН СССР был создан школьный кружок. Этим кружком руководил доцент МГУ И.М. Гельфанд (выдающийся математик, позднее ставший академиком), который со своими помощниками, молодыми талантливыми математиками, блестяще поставил обучение. Они решали со школьниками различные нестандартные задачи, показывая удивительные возможности математической изобретательности. Творческая атмосфера и плодотворный дух совместной работы, царившие в кружке, способствовали быстрому научному росту школьников. Зерна знания падали на благодатную почву: вместе с Юрой Гермейером там учились будущие профессор Ленинградского университета В. Рохлин, профессор Московского университета Б. Шабат, профессор физтеха и академик Н. Моисеев.

Весной 1935 г. Юра Гермейер принял участие в первой в Советском Союзе математической олимпиаде. Он успешно прошел все три тура, стал лауреатом, и как лауреат при поступлении на математическое отделение мехмата МГУ на вступительных экзаменах “автоматом” получал пятерку по математике. Решение поступать на мехмат в МГУ было твердым и он, успешно сдав еще шесть экзаменов (тогда вступительных экзаменов было больше, чем теперь), стал студентом. Для Юры началась новая жизнь. Он занимался с упоением, добросовестно, усидчиво, отдавая всего себя учебе. Так же серьезно он относился ко всему, что делал в своей жизни. Через всю жизнь Юрий Гермейер пронес дружбу с Никитой Моисеевым, ту дружбу, которая родилась и окрепла в стенах МГУ, когда они вместе делили комнату в университетском общежитии на Стромынке. Здесь же в МГУ он встретил и полюбил Лизу Тоцкую, свою однокурсницу. И эту любовь он пронес через всю жизнь. Они поженились в грозном 1941 г., вырастили сына и дочь, и лишь его преждевременная смерть разлучила их.

Ю.Б. Гермейер специализировался по кафедре теории функций и функционального анализа своего научного руководителя проф. Д.Е. Меньшова, сильного математика, замечательного педагога, который опубликовал свой первый значительный результат еще до революции, будучи совсем молодым человеком, и многие десятилетия заведовал кафедрой. Юрий Борисович был лучшим студентом в своей группе, стал сталинским лауреатом и успешно завершил обучение, защитив диплом с отличием и получив решением ГЭК квалификацию научного работника в области математики, преподавателя вуза, втуза и звание учителя средней школы. Он получил диплом 3 июля 1941 г. и был сразу же направлен на завод 490 наркомата авиационной промышленности в Сталинград.

2. В НИИ-2 Наркомавиапрома. В тот день было памятное воззвание И.В. Сталина по радио, в котором он призвал народ подняться на священную войну с врагом. Шел 12-й день войны. Уже пал Минск, была захвачена большая часть Латвии, Литвы и Белоруссии. Перевес немецких войск усиливался их подавляющим превосходством в воздухе, которое еще больше укрепилось в первый же день войны, когда к полудню вражескими бомбардировщиками было уничтожено 1200 наших самолетов прямо на аэродромах базирования в западных военных округах.

Первоочередной задачей стала эвакуация заводов и воссоздание промышленности, в том числе авиационной, в восточных областях страны: в Поволжье, Западной Сибири, Средней Азии, на Урале. И молодой выпускник Ю.Б. Гермейер направляется инженером-расчетчиком на завод Наркомата авиационной промышленности в Сталинград. С этого момента ровно четверть века его жизнь неразрывно связана с разработкой новых типов авиационного вооружения и оценкой эффективности боевых авиационных систем. Его сын Андрей пойдет потом по стопам отца, окончив Московский авиационный институт по специальности двигателестроение и работая в ОКБ им. П.О. Сухого.

Юрий Борисович начинает осваивать новое для себя дело. Усидчивый и упорный, он все схватывает на лету, быстро изучает неизведанную область и энергично включается в работу. Титаническими усилиями отечественной промышленности к июню 1942 г. было создано восемь воздушных армий. Летом 1942 г. враг, развивая наступление, захватил весь Крым, Донбасс, Прикубанье, значительную часть Северного Кавказа и 23 августа вышел к Волге у Сталинграда. Ю.Б. Гермейер был готов с оружием в руках защищать город и свой завод. Но страна нуждалась в самолетах, и он переводится в Москву на завод № 482, а позже — в НИИ-1 того же наркомата авиационной промышленности. Ю.Б. Гермейер трудился в одном из секретнейших конструкторских бюро Москвы, создавшем первые “Катюши”. За свою работу он был награжден медалью “За доблестный труд в Великой Отечественной войне”.

Одновременно с работой Ю.Б. Гермейер поступает в 1943 г. в аспирантуру к своему университетскому научному руководителю проф. Д.Е. Меньшову. Там он занимается теорией функций и асимптотикой решения дифференциальных уравнений, изучает свойства обобщенных производных и их связь с суммируемостью тригонометрических рядов [1]. Полученные результаты дали толчок многим дальнейшим исследованиям в этой области, особенно по свойствам симметрической производной второго порядка, а 13 января 1947 г. Ю.Б. Гермейер защищает кандидатскую диссертацию на тему “Производные Римана и Валле-Пуссена и их применения к некоторым вопросам из теории тригонометрических рядов”. Оппонентом на защите выступала Л.В. Келдыш, родная сестра М.В. Келдыша, будущего президента АН СССР.

В НИИ-1 Минавиапрома Ю.Б. Гермейер работал в группе главного конструктора Г.Я. Диллона, тяжело больного человека, однако удивительно работоспособного, а про его изобретательность ходили легенды. Эта группа занималась авиационным вооружением и, в частности, разработкой авиационных торпед для поражения надводных кораблей. Первоначально за основу брались торпеды морского базирования и проводилась их доработка для использования авиацией. Однако получаемые изделия существенно ограничивали высоту и скорость полета их носителей, поэтому Г.Я. Диллоном была обоснована необходимость разработки специализированной торпеды воздушного базирования. Созданием такой реактивной авиационной торпеды (РАТ) стал заниматься инженер Ю.Б. Гермейер вместе со своими коллегами В.П. Голиковым, В.А. Андреевым, Я.Л. Рудницким и О.Т. Сазоновой. Ю.Б. Гермейер проявил себя как сильный, квалифицированный математик и вместе с тем хороший практик, умевший творчески применять свои знания в повседневной работе.

Эти работы не являлись профильными для НИИ-1, но специального конструкторского бюро, которое бы занималось авиационным вооружением в системе авиапрома, на тот момент не существовало. В связи с этим было издано соответствующее Постановление СНК СССР, а 13 мая 1946 г. приказом № 290с министра авиационной промышленности М.В. Хруничева был создан отраслевой институт НИИ-2 - впоследствии Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем. Институт возглавил заместитель начальника управления наркомата авиапрома генерал-майор авиационно-инженерной службы П.Я. Залесский. Он лично выбрал для института здание рядом с Ходынским полем (взлетной полосой русской авиации), построенное по проекту архитектора И.П. Залесского. Сюда из НИИ-1 была переведена вся группа Г.Я. Диллона в составе 16 человек. К работе подключились инженеры и механики В.А. Волков, А.Н. Дедов, В.М. Желтяков, А.Ф. Зернов, И.И. Мартемьянов, А.М. Наумов, Л.М. Наумов, Г.Р. Попандопуло, А.В. Ходов, В.А. Черке. Ю.Б. Гермейер разработал базовые принципы функционирования аппаратуры управления подводным движением торпеды на фиксированной глубине и создал безынерционный гидростат, который предохранял торпеду от “выскакивания” из воды сразу после приводнения и обеспечивал поражение надводных целей на наиболее уязвимой для них глубине 2–10 м. В период подготовки и проведения испытаний сотрудники лаборатории работали самоотверженно, с полной самоотдачей, порой по 20 ч. в сутки. В 1950 г. разработанная торпеда успешно прошла заводские испытания на полигоне в Крыму с самолетов Ту-2 и ИЛ-28, в 1952 г. — государственные, а в 1954 г. — войсковые. Она была принята на вооружение, поставлялась на Кубу и в Китай и оставалась на вооружении до 1983 г., когда в войска поступили крылатые ракеты класса “воздух–поверхность”.

Ю.Б. Гермейер проводил фундаментальные научные исследования по созданию универсального метода оценки эффективности воздушной стрельбы (рис. 1). Он возглавлял направления работы в области эффективности и надежности систем авиационной техники, являлся непосредственным участником создания новой техники и проводил исследования по выбору их характеристик. Математической основой его научных исследований были методы теории вероятностей. Разработанная им методика оценки эффективности начала широко применяться в про-



Рис. 1. Ю.Б. Гермейер в НИИ-2

ектных и научно-исследовательских организациях. Разработанные методы отличались широтой области применения, наглядностью и простотой использования. Стоящие перед Ю.Б. Гермейером технические задачи привели его к более глубокому изучению и развитию теории исследования операций и особенно теории игр и теории надежности. Созданная методика оценки эффективности в сочетании с решением некоторых оптимизационных задач и задач теории случайных процессов легла в основу его докторской диссертации. Оппонентом на защите этой диссертации 21 декабря 1963 г. была работавшая в Академии им. Н.Е. Жуковского Е.С. Вентцель, с которой он ряд лет плодотворно сотрудничал, и которая внесла неоценимый вклад в развитие и популяризацию исследования операций.

Ю.Б. Гермейер много и самоотверженно трудился. Придя из института, он садился за стол, раскрывал папку с бумагами и продолжал работать, нередко глубоко за полночь. Никто его старался не беспокоить. В какой-то момент сердце не выдержало такого режима, и у Юрия Борисовича случился первый тяжелый инфаркт. Его срочно госпитализировали. Врачи так же, как тогда в Поволжье его тетя, сделали все возможное, чтобы его спасти. Он чудом выжил, и это стало третьим его рождением. С этого момента он жил с осознанием, что должен был умереть, но что судьба дала ему еще один шанс жить, жить, чтобы закончить что-то важное, что он еще не успел сделать, и что он в долгу перед судьбой. По выходу из больницы у него еще не было сил сидеть, но он уже вновь приступил к работе, полулежа на диване. Он навсегда бросил курить. Поскольку подниматься на 5-й этаж без лифта было тяжело, семья переехала в другую квартиру на Красноармейской улице, на втором этаже, недалеко от института.

Он стал чуть больше времени проводить с семьей. Изредка к ним заглядывал его друг Илья Михайлович Лившиц с супругой Евгенией Петровной Калабуховой, оба его коллеги по НИИ-2. Они садились играть в преферанс, но даже игра превращалась в площадку для научных споров об оптимальных стратегиях, вероятности выигрыша и гарантированном результате. Идеи, которые рождались в этих дискуссиях, позже переработанные и дополненные, попадали в статьи и курс лекций по теории игр. Играли на деньги, которые победители откладывали в общий фонд. И по заведенной традиции, из этого фонда затем покупались четыре билета в театр или оперу. Любили музыкальный театр им. Станиславского и МХАТ, Большой театр считали слишком помпезным. Нравились спектакли на героические темы, наполненные борьбой с трудностями, природой, превратностями судьбы. В редкие часы досуга Юрий Борисович любил слушать музыку, русскую классическую оперу, но особенно ему нравился героический дух в произведениях Рихарда Вагнера. Когда собиралась вся семья, и ставили пластинку “Тангейзер” на патефон, он

порой вставал, ходил по комнате, дирижировал. Нравился С. Рихтер. От песни “Журавли” в исполнении М. Бернеса у него на глазах наворачивались слезы. Любил читать, особенно фантастику, при этом читал очень быстро, по диагонали.

Со временем он переходит от чисто вероятностных постановок задач к максиминным, а от частных задач по выбору характеристик технических изделий — к общим задачам исследования операций. Это нашло отражение в [2], где показано, что использование экспоненциального закона распределения времени безотказной работы элементов системы, обычное для практики исследований по надежности систем, в ряде случаев необоснованно и приводит к значительным ошибкам. Ю.Б. Гермейер предложил возмещать недостаток сведений о законах распределения использованием принципа гарантированного результата. При этом, как правило, получаемые оценки являются достижимыми, т.е. реализуются для каких-то законов распределения. С другой стороны, практически невозможно получить экспериментально достаточно точное представление об истинном законе распределения. Он получает и первые результаты по наихудшим законам распределения, по-новому осветившие роль стандартных законов теории надежности. Он прошел путь от инженера-расчетчика до старшего инженера, старшего научного сотрудника, начальника отдела, заместителя начальника лаборатории. За свою работу Ю.Б. Гермейер был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

Однако в середине 60-х годов научные интересы Ю.Б. Гермейера — исследование операций и теория игр — стали плохо укладываться в производственные планы его института. Кроме того, ученый ясно осознавал, что те знания, новые методы и подходы, которые он разработал, могут найти самое широкое применение во многих направлениях человеческой деятельности, но их невозможно было передать, находясь в жестких рамках неизбежной закрытости его института. Юрий Борисович был убежден, что необходимым условием интенсивного развития темы или направления является его открытость, чтобы был такой плавильный котел для интенсивного обмена знаниями, информацией, идеями.

Именно в это время руководство Вычислительного центра АН СССР решило создать новые отделы, привлекая в качестве их руководителей самостоятельных талантливых и энергичных ученых, включая будущих академиков Г.С. Поспелова и Ю.И. Журавлева. Поэтому в 1966 г. Ю.Б. Гермейер принимает предложение А.А. Дородницына и Н.Н. Моисеева о переходе в ВЦ АН СССР. Он прекрасно понимал, что ему будет тяжелее. В институте теоретической кибернетики (как в то время стал называться НИИ-2) у него было все: непрерываемый авторитет, высокая должность, слаженный коллектив, устоявшийся режим работы, хорошие материальные условия, а сам институт находился рядом с его домом. У него не было одного — времени. После инфаркта Юрий Борисович чувствовал, что отпущено ему уже совсем немного, и это недолгое время он должен посвятить завершению начатого. Он был пионером в целом ряде направлений исследования операций и теории игр и понимал, что именно от него зависит, получат ли они дальнейшее успешное развитие. На состоявшемся семейном совете, в котором участвовали также его 18-летний сын и 13-летняя дочь, было принято трудное решение — перейти в ВЦ АН СССР. Для Ю.Б. Гермейера началась новая, заключительная глава его жизни.

3. В ВЦ АН СССР и МГУ. В ВЦ АН СССР в лаборатории Н.Н. Моисеева создается сектор теории операций (оперативных работ), и 3 марта 1966 г. Ученый совет единогласно избирает Ю.Б. Гермейера его заведующим. Начался новый этап его жизни. Если за 25 лет работы в системе Минавиапрома у него были только две открытые публикации и полсотни закрытых статей и отчетов, то, работая в академическом институте, он получает возможность поделиться своими знаниями с самым широким кругом ученых и учащейся молодежи.

В том же 1966 г. он организует научный семинар “Теория игр”, который вскоре существенно расширяет свою тематику, начинает функционировать как семинар по исследованию операций, приобретая огромную популярность как среди ученых из академических институтов, так и среди инженеров и исследователей из почтовых ящиков, аспирантов и студентов. С докладами там выступают многие известные ученые и число участников нередко переваливает за сотню, поэтому вскоре семинар вынужден сменить тесную 217-ю комнату ВЦ АН СССР на просторный конференц-зал.

Одновременно Ю.Б. Гермейер приступает к преподавательской работе и весной 1966 г. — через 20 лет после окончания аспирантуры МГУ — приходит на свой родной мехмат уже в качестве преподавателя. Он разрабатывает и начинает читать курс “Математические и методологические основы исследования операций” на кафедре Вычислительной математики, возглавляемой А.Н. Тихоновым. Это была совершенно новая, бурно развивающаяся дисциплина. Ни терминология, ни методология ее еще до конца не сложились ни в СССР, ни за рубежом. Курс постоянно



Рис. 2. На кафедре Вычислительной математики мехмата МГУ

совершенствуется. Ю.Б. Гермейер экспериментирует, пытается найти более точные формулировки, более короткие доказательства, более наглядные примеры. Этот поиск не прекращается ни в рабочем кабинете, ни дома за письменным столом, ни перед аудиторией. Энергично жестикулируя, он писал на доске крупным, немного корявым почерком.

Не всеми студентами предмет легко усваивается, не всем нравятся эти лекции, особенно тем, кто пришел переписывать готовые формулы с доски в свой конспект, а не вдумчиво слушать лектора. Но те, кто слушает внимательно, находят контакт с преподавателем. Его вдохновение передается слушателям. Он увлекает их своим энтузиазмом, зажигает своей энергией. Кладет знания, мысли, мудрости, он щедро делится ими со студентами. Он “фонтанирует” удивительными, оригинальными идеями: бери любую из них, оформи — и дипломная работа готова. Студенты кафедры тянулись к нему, стремились, чтобы он стал их научным руководителем. На экзаменах Ю.Б. Гермейер был требователен; он мог простить мелочи, однако непрофессионального уровня знаний он не признавал. Но именно ему хотели сдавать экзамен, ибо он отличался удивительным обаянием и обладал среди студентов и коллег огромным, непререкаемым авторитетом. И студенты старались так учиться, чтобы не опозориться перед любимым преподавателем.

4 декабря 1968 г. Ю.Б. Гермейера утверждают в звании профессора, а в 1970 г. на базе кафедры Вычислительной математики мехмата (рис. 2) образуется новый факультет — Вычислительной математики и кибернетики МГУ. Здесь Ю.Б. Гермейер создает кафедру исследования операций, ядро которой составили В.Г. Карманов, С.А. Ашманов, Э.Г. Давыдов, и привлекает к работе молодых талантливых аспирантов. В 1971 г. к этому ядру присоединяются В.В. Морозов и А.Г. Сухарев, в 1972 г. — В.В. Федоров, в 1974 г. — Н.С. Кукушкин, позже — А.А. Васин, А.В. Тимохов и др. Так появляется кафедра, одна из самых интересных на факультете. Под научным руководством Ю.Б. Гермейера защищаются первые диссертации.

В это время область его научных интересов сосредотачивается на создании общей методологии исследования операций [3], решении оптимизационных и игровых задач, а также ряда важных задач теории надежности. Ю.Б. Гермейером было дано новое простое и общее доказательство сходимости метода штрафных функций. В [4] было предложено и обосновано сведение задачи нахождения максимина непрерывной функции, заданной на замкнутых ограниченных множествах евклидова пространства, к задаче математического программирования. Этот прием явился значительным обобщением классического сведения решения матричных игр к линейному программированию. В [5] был обоснован и доведен до программы на языке Алгол-60 новый метод отыскания максимина, названный методом невязок.

В [6, 7] был установлен новый вид необходимых условий максимина для более общего случая по сравнению с результатом В.Ф. Демьянова. С помощью решения уравнений, соответствующих полученным необходимым условиям, было предложено решение непрерывных игр сводить к решению матричных игр. В [8, 9] была рассмотрена задача о максимине с ограничениями. Здесь дается общий прием освобождения от ограничений с помощью множителей Лагранжа. На этой основе выводятся необходимые условия для максимина с ограничениями. Эти условия и метод штрафных функций обобщаются на случай наличия ограничений как у максимизирующей, так и у минимизирующей стороны. Был сформулирован и обоснован дискретный принцип макси-

му для таких задач. В [10] были проанализированы методы свертывания многих критериев в один и установлена полнота элементарных способов свертывания. Даны практические рекомендации по свертыванию и доказано, что с помощью свертки $\min(w_i/\lambda_i)$ можно описать все множество оптимальных по Слейтеру стратегий. Это направление получило дальнейшее развитие в работах его ученика Н.М. Попова, а впоследствии — аспиранта кафедры М.М. Смирнова. В [11] был установлен принцип уравнивания для ряда максиминных задач распределения ресурсов.

Ю.Б. Гермейер поставил и решил задачу о выборе момента переключения элементов для повышения надежности. При этом была установлена эффективность смешанных стратегий переключения. Была решена задача о наивыгоднейшем методе линейной фильтрации сигналов неопределенного вида с аддитивными помехами. Этот результат оказался намного ценнее для практических приложений, чем классические результаты Колмогорова—Винера и Заде—Раггозини. Предложенные методы и решения сохраняют большое теоретическое и практическое значение. Эти работы Ю.Б. Гермейера стали отправной точкой для последующих обобщений и расширений, сделанных его учениками и последователями.

Придя из практики, Юрий Борисович принес с собой много новых интересных идей. До него исследование операций было набором моделей, и его исключительная заслуга состоит в том, что он ввел единый методологический подход на основе гибко понимаемого принципа гарантированного результата, применимый в равной степени в теории надежности, фильтрации, в экономике, военном деле и вычислительной математике. Этот принцип оказался чрезвычайно плодотворным. Результаты этих исследований были обобщены в классической монографии [12], пользующейся широкой известностью и переведенной за рубежом. Она явилась основой для курса лекций, которые до сих пор продолжают читаться в МГУ и в МФТИ. Во втором параграфе этой монографии перечисляются девять моделей исследования операций. Они кажутся простыми, но эта простота не должна обманывать: их исследование требует применение серьезного математического аппарата. Любая из этих моделей, за которую брался студент Ю.Б. Гермейера, вначале вырастала в добротную дипломную работу, затем в кандидатскую диссертацию и, наконец, в докторскую.

Так, схематическая модель № 3 численного поиска экстремумов была развита А.Г. Сухаревым и выросла в его монографию 1989 г. “Минимаксные алгоритмы в задачах численного анализа” и докторскую диссертацию, заслужившую высокую оценку выдающегося советского математика Н.С. Бахвалова.

В модели № 9 для выбора дальности стрельбы в дуэльной ситуации был впервые введен критерий максимизации полной вероятности поражения противника. Это направление получило дальнейшее развитие в работах Э.Г. Давыдова и М.Г. Фуругяна.

Ю.Б. Гермейер модифицировал известную модель Гросса (№ 4), которая описывала действия нападения против защиты в военных операциях, введя вместо коэффициентов важности коэффициенты эффективности защиты, имеющие ясный физический смысл: количество боевых единиц противника, прорвавшихся сквозь оборону.

Модель № 5 производства продукции для экспорта стала отправной точкой исследований конкретных экономических игр в работах В.А. Горелика.

Моделью № 7 стрельбы по одиночной цели группой снарядов контактного действия активно занимался В.В. Федоров. Используя аппарат штрафных функций, он развил численные методы максимина и сформулировал его необходимые условия.

Для модели № 6 оценки надежности неремонтируемых систем было приведено четыре метода дублирования, а минимум брался по законам распределения. Это направление было развито Д.С. Иргером.

В начале 70-х годов основным направлением научных интересов Ю.Б. Гермейера становится теория игр с непротивоположными интересами. Был выделен практически важный класс игр с иерархической структурой, характерной для большинства экономических систем. В основополагающей работе [13] был поставлен ряд задач по выбору оптимального поведения центра в системе Центр—Производители при несовпадении их интересов. На конкретном примере было доказано, что управление Центра только с помощью распределения ресурсов между Производителями может быть неэффективно. При этом была показана возможность согласования интересов Центра и Производителей при использовании управления вида штрафы-поощрения в линейной постановке. В [14] было дано систематическое описание задачи распределения экзогенных ресурсов и задачи определения штрафной функции и обсуждался критерий для значения качества структур. Ю.Б. Гермейер получил решение некоторых игр с запрещенными ситуациями и игр с

неточно известными интересами партнеров. Теория иерархических систем с несовпадающими интересами, основы которой Юрий Борисович заложил совместно с Н.Н. Моисеевым, в настоящее время стала сильно разветвленной областью.

В [15] для моделирования процессов принятия решений в иерархических системах управления было предложено использовать игры с фиксированным порядком ходов и передачей информации. Традиционные ситуации равновесия по Нэшу не отражают суть таких игр, а адекватным принципом оптимальности в них является принцип наибольшего гарантированного результата (для верхнего уровня иерархии). Был описан ряд игр и приведены теоремы о значении игр и оптимальных стратегиях в них. Никто до Ю.Б. Гермейера не изучал вопроса о взаимной информированности игроков об их интересах, а без этого теория игр не может адекватно отражать реальные ситуации, когда игроки зачастую сознательно скрывают свои подлинные интересы.

Ю.Б. Гермейер развил оригинальный подход к анализу игр с фиксированной последовательностью ходов и к вопросам взаимной информированности игроков. Им и впоследствии его учениками — прежде всего Н.С. Кукушкиным — получены фундаментальные результаты в этой области, значительно продвинувшие те идеи и математический аппарат, которые содержались в работах Дж. фон Неймана и Г. фон Штакельберга. Данные результаты привлекли пристальное внимание известного ученого А. Рапопорта, соучредителя и президента Общества исследований по общей теории систем и директора Венского Института передовых исследований, готовящего элитные управленческие кадры Австрии. А. Рапопорт взялся за сложную (учитывая сложность и глубину конструкций) задачу перевода монографии Ю.Б. Гермейера на английский язык [16]. Книга была издана в 1986 г. и заняла достойное место в классической мировой литературе по теории игр.

Тщательному изучению подверглись игры двух лиц. Основная доказанная здесь теорема утверждает, что в определенном классе задач оптимальной стратегией является добровольное сообщение своего поведения и использование введенной Ю.Б. Гермейером “стратегии наказания”, т.е. сознательный выбор игроком верхнего уровня иерархии поведения, наихудшего для игрока нижнего уровня иерархии. Понятие стратегии наказания оказалось чрезвычайно плодотворным в дальнейших исследованиях по теории игр, в частности, теории мета-игр и для обеспечения устойчивости решения в повторяющихся играх. Стратегия наказания — это наглядный пример взаимного обогащения гуманитарной практики и формальных конструкций прикладной математики. Для управления в человеческом обществе нередко применяется принцип кнута и пряника. Ю.Б. Гермейер дал формальное математическое доказательство оптимальности такой стратегии для определенного класса игр. Данное направление впоследствии получило дальнейшее развитие в работах Н.С. Кукушкина, Ф.И. Ерешко, И.А. Вателя и Н.М. Новиковой, а для класса дифференциальных игр — А.Ф. Кононенко.

Очень плодотворной оказалась работа [17], в которой были введены модели Гермейера–Вателя. Члены сообщества распределяют имеющиеся у них ресурсы между различными объектами. Целевой функцией каждого участника является минимальный уровень обеспеченности ресурсами объектов из некоторого списка — своего для каждого участника. Показано, что в этой модели существует сильное равновесие, являющееся для каждого игрока наилучшим равновесием по Нэшу. Организованные Н.Н. Моисеевым в середине 80-х годов исследования выявили ряд других замечательных свойств модели Гермейера–Вателя и ее далеко идущих обобщений.

Ю.Б. Гермейер в [18] продолжил изучение способов формирования различных целевых функций в задачах исследования операций, которые могут быть сведены к тому или иному типу игры n -лиц, и рассмотрел приемы формирования целей с иерархическим вектором интересов. Эта работа, опубликованная посмертно, к сожалению, не была полностью завершена.

Значителен вклад Ю.Б. Гермейера в изучение игр с повторениями. В [19] исследовалась проблема устойчивости коллективных решений и было дано обобщение понятия ситуаций равновесия. Им была установлена неустойчивость классических решений в кооперативных играх. Исследованию подверглась проблема блефа с выделением понятий корректного и некорректного обмана. Основные результаты по теории игр с противоположными интересами были обобщены в курсе лекций [20], читаемом в МГУ и в МФТИ, а также монографии [21], переведенной за границей. Эта монография увидела свет после смерти автора благодаря усилиям его учеников Н.С. Кукушкина, Ф.И. Ерешко и И.А. Вателя.

Работая в ВЦ АН СССР, Ю.Б. Гермейер продолжал заниматься закрытыми темами, ускоряя процесс внедрения передовых научных достижений в жизнь (рис. 3). Также значителен его вклад в популяризацию развиваемой им науки в рамках общества “Знание”, на многочисленных школах и конференциях. Он участвовал в I Всесоюзной конференции по исследованию операций

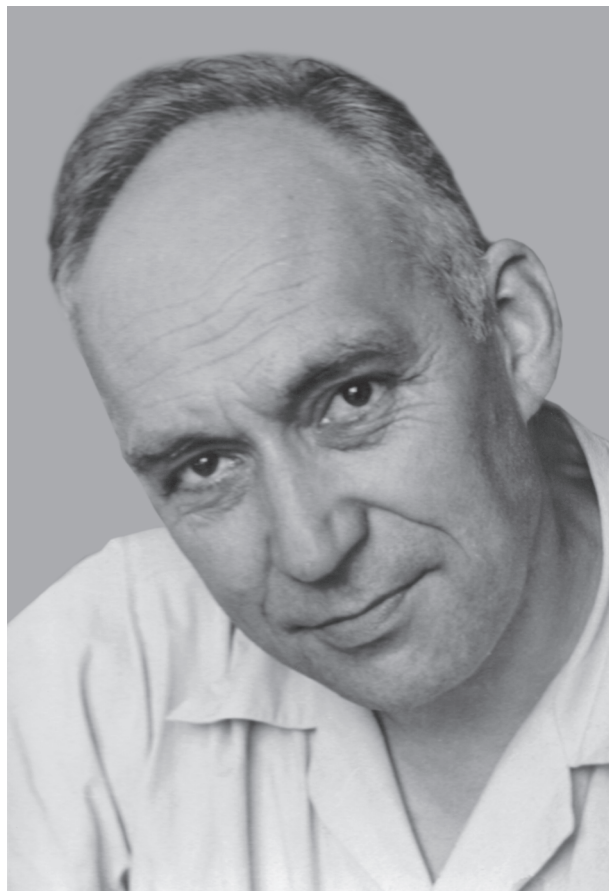


Рис. 3. Ю.Б. Гермейер в ВЦ АН СССР



Рис. 4. Ю.Б. Гермейер на конференции по теории игр

(Минск, 1972 г.), в конференциях по теории игр, по экстремальным задачам и их приложениям и другим конференциям не только как докладчик, но и как организатор (рис. 4).

На основе своего сектора в ВЦ АН СССР 1 декабря 1974 г. Ю.Б. Гермейер организовал отдел исследования операций, где собрал молодых талантливых ученых, которые сочетали глубокое знание математики с идеологией исследования операций как основы решения практических задач. На базе этого отдела впоследствии будет создано еще два: отдел математического моделирования конфликтных ситуаций под руководством А.Ф. Кононенко и отдел прикладных проблем оптимизации во главе с Ю.Г. Евтушенко, а позже В.Г. Жаданом и М.А. Посыпкиным. Курс лекций “Математические и методологические основы исследования операций”, созданный им в 1966 г., подхватил в 1973 г. его ученик В.В. Морозов, который до сегодняшнего дня читает его на факультете ВМиК МГУ. Спецкурс “Игры с непротивоположными интересами” продолжает читать другой его ученик — А.А. Васин, который не только сохранил ядро курса, но и расширил тематику, добавив в него рынки, аукционы и модели социальных и биологических процессов.

Возглавивший в 1975 г. кафедру исследования операций П.С. Краснощеков сумел придать новый импульс научным исследованиям, включив в тематику работ кафедры разработку систем автоматизированного проектирования, нашедших широкое применение в авиационной промышленности, в частности при разработке СУ-27, и отмеченных премией Совета министров СССР за 1981 г. Со стороны КБ им. П.О. Сухого в этих работах принимал непосредственное участие сын Юрия Борисовича — Андрей Юрьевич, считающий годы этого сотрудничества самыми счастливыми в своей жизни.

Активное развитие двух научных школ — московской школы исследования операций, созданной Ю.Б. Гермейером, и ленинградской школы теории игр, руководимой Н.Н. Воробьевым, — способствовало мощному прогрессу этих дисциплин в Советском Союзе.

Среди многочисленных учеников и ближайших соратников Ю.Б. Гермейера можно назвать: Л.В. Агапову, В.А. Андреева, С.А. Ашманова, Д.И. Батищева, А.С. Белоцерковского, О.Н. Бон-

дареву, Н.К. Бурову, Б.И. Бутрима, А.А. Васина, И.А. Вателя, В.А. Волкова, В.П. Голикова, В.А. Горелика, В.А. Гурвича, Э.Г. Давыдова, А.Н. Дедова, Ф.И. Ерешко, В.М. Желтякова, А.Ф. Зернова, Д.С. Иргера, Е.П. Калабухову, А.Ф. Кононенко, И.А. Крылова, Н.С. Кукушкина, И.М. Лившица, И.И. Мартемьянова, И.С. Меньшикова, О.Р. Меньшикову, Н.Н. Моисеева, Д.А. Молодцова, В.В. Морозова, К.К. Мосевича, А.М. Наумова, Л.М. Наумова, В.Н. Нефедова, Н.М. Новикову, В.Ф. Огарышева, С.А. Орловского, К.Н. Петриеву, В.В. Подиновского, Г.Р. Попандопуло, Н.М. Попова, В.И. Прокопенко, Е.С. Просину, Я.И. Рабиновича, Я.Л. Рудницкого, О.Т. Сазонову, А.Ф. Смольякова, Р.Г. Стронгина, А.Г. Сухарева, Э.М. Сухорученко, А.В. Тимохова, В.В. Федорова, М.Г. Фуругяна, Ф.В. Ходова, А.П. Черенкова, Ф.Л. Черноусько, В.А. Черке, М.С. Штильмана.

10 июня 1970 г. Ю.Б. Гермейер становится членом научно-методического совета по прикладной математике Министерства высшего и среднего специального образования СССР, 25 февраля 1971 г. — членом Ученого совета ВЦ АН СССР. За плодотворную работу Юрий Борисович награждается орденом “Знак Почета” (1975 г.) и медалью “За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения Владимира Ильича Ленина” (1970 г.).

Ю.Б. Гермейер был открыт для людей, всегда был готов дать совет, оказать помощь. Старожилы помнят, как к его кабинету на втором этаже ВЦ АН СССР выстраивалась очередь людей из самых разных городов и организаций, разных возрастов и званий, людей, нуждающихся в его профессиональной консультации, совете, помощи. И они знали, что всегда получают то, за чем обратились.

Юрий Борисович гордился своими учениками и очень радовался их успехам. Он всегда старался их поддержать, протянуть руку помощи в трудную минуту, проявлял поистине отеческую заботу. Он заступался за способного студента, которому грозило отчисление. Большой радостью было для него принимать своих учеников в свой день рождения летом на даче в Красногорске. И после недолгих минут досуга, когда он вместе с гостями веселился, участвовал в каких-то подвижных играх, играл в настольный теннис на сделанном им своими руками столе, все вновь возвращались к обсуждению актуальных научных проблем. Как-то раз придя на кафедру радостный, Юрий Борисович говорит: “Я сегодня получил большое удовольствие”. А на вопросительные взгляды коллег добавляет: “Сегодня мне сдавали экзамены четыре студента”. Это были первые студенты его спецкурса по теории игр — А.А. Васин, А.В. Тимохов, О.Р. Меньшикова и И.С. Меньшиков.

Весной 1975 г. здоровье Ю.Б. Гермейера резко ухудшилось, и его срочно госпитализировали в академическую ЦКБ. Ему срочно нужна была операция аортокоронарного шунтирования, но в то время в СССР ее еще почти нигде не делали. Если бы Ю.Б. Гермейеру судьба дала бы еще 3—4 года жизни, когда такая операция стала отработанной в нашей стране, все могло бы быть иначе. А тогда, будучи не в состоянии оказать оперативную помощь и поддавшись на настойчивые просьбы пациента, который рвался вернуться к работе, врачи отпустили его домой на больничный. Однако Юрий Борисович сразу же поехал на работу. Накануне своей смерти Ю.Б. Гермейер чувствовал себя неважно, но вновь приехал на работу. Его состояние не укрылось от коллеги, который предложил немедленно отвезти его домой. В ответ Юрий Борисович показал на людей в коридоре — все они к нему, он не может обмануть их ожидания. На следующий день 24 июня 1975 г. состояние ухудшилось, но вместо того, чтобы вызвать доктора, он вновь направился на работу. По пути, еще не дойдя до станции метро “Аэропорт”, прямо напротив дома И.М. Лившица ему стало совсем плохо, и он зашел к своему другу. С трудом поднявшись на 4 этаж и войдя в дверь, он рванул на груди рубашку: ему было трудно дышать. И.М. Лившиц немедленно вызвал скорую, но помощь опоздала. Сердце остановилось.

Заключение. Юрий Борисович Гермейер был замечательным человеком, щедрым, чутким, душевным, интеллигентным. Он был искренним, отзывчивым и неизменно доброжелательным. Для своих детей он был образцом, идеалом, по которому они равняют свою жизнь. Он был верным другом и надежной опорой своим ученикам и коллегам. Как говорил о нем П.С. Краснощеков: “Увидишь его с утра на ВЦ, и на весь день настроение хорошее”. Юрий Борисович никогда не повышал голоса, всегда сохранял достоинство. Если кто-то не справлялся с задачей — помогал, если кто-то допускал серьезные ошибки — огорчался. И его огорчение было сильнейшим стимулом исправить ошибку. Никто не хотел его расстраивать. Юрий Борисович умел сплотить талантливых, но разных по характеру людей в единый коллектив, был не просто начальник — он был духовный лидер.

Ю.Б. Гермейер руководил людьми не силой власти, а силой авторитета. Ибо когда видишь искреннего человека, чрезвычайно интересного, чрезвычайно образованного, горящего своим де-

лом, то это действует гораздо сильнее, чем любые жесткие методы. От него исходил некий свет, тепло, и люди преображались. Юрий Борисович всего себя отдавал науке, был бесконечно в нее влюблен.

Жизнь Юрия Борисовича Гермейера — яркий пример беззаветного и самоотверженного служения науке и своей стране. Даже сейчас, 43 года после его ухода из жизни, отблески его яркой личности продолжают светиться в работах его учеников и многочисленных последователей, объединившихся вокруг гермейеровской школы исследования операций. Важной вехой развития этой школы стала Московская международная конференция по исследованию операций, посвященная 100-летию со дня рождения Ю.Б. Гермейера [22]. Эта школа стала нерукотворным памятником великим делам этого незаурядного человека.

Автор выражает искреннюю признательность А.Ю. Гермейеру, Д.Р. Гончару, Е.Ю. Горбатовой, В.А. Горелику, Н.С. Кукушкину, И.С. Меньшикову, В.В. Морозову, Н.М. Новиковой, В.В. Охрименко, Ю.А. Флерову, Н.М. Хеселлинк-Горбатовой и В.В. Шевченко за помощь в работе и ценные замечания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гермейер Ю.Б. О симметричных производных числах // Мат. сб. 1943. Т. 12(54). № 1. С. 121—144.
2. Гермейер Ю.Б., Иргер Д.С., Калабухова Е.П. О гарантированных оценках надежности системы при неполных сведениях о надежности элементов // ЖВМ и МФ. 1966. Т. 6. № 4. С. 733—747.
3. Гермейер Ю.Б. Методология и математические основы исследования операций и теории игр. Вып. 1—5. М.: Ротапринт МГУ, 1967.
4. Гермейер Ю.Б. Приближенное сведение с помощью штрафных функций задачи определения максимина к задаче определения максимума // ЖВМ и МФ. 1969. Т. 9. № 3. С. 730—731.
5. Гермейер Ю.Б., Крылов И.А. Поиск максиминов методом невязок // ЖВМ и МФ. 1972. Т. 12. № 4. С. 871—881.
6. Гермейер Ю.Б. О необходимых условиях максимина // Кибернетика. 1967. № 1. С. 59—62.
7. Гермейер Ю.Б. Необходимые условия максимина // ЖВМ и МФ. 1969. Т. 9. № 2. С. 432—438.
8. Гермейер Ю.Б. К задаче отыскания максимина с ограничениями // ЖВМ и МФ. 1970. Т. 10. № 1. С. 39—54.
9. Гермейер Ю.Б. Дискретный принцип максимума в задачах определения максимина // ЖВМ и МФ. 1970. Т. 10. № 2. С. 461—465.
10. Гермейер Ю.Б. О свертывании критериев эффективности в единый критерий при наличии неопределенностей в параметрах свертывания // Кибернетику — на службу коммунизму. Т. 6. М.: Энергия, 1971. С. 175—184.
11. Гермейер Ю.Б., Сухорученко Э.М. Оптимальное распределение ресурсов при стремлении достичь заданной эффективности на всех участках // Кибернетику — на службу коммунизму. Т. 6. М.: Энергия, 1971. С. 233—248.
12. Гермейер Ю.Б. Введение в теорию исследования операций. М.: Наука, 1971. 383 с.
13. Гермейер Ю.Б., Моисеев Н.Н. О некоторых задачах теории иерархических систем управления // Проблемы прикладной математики и механики. М.: Наука, 1971. С. 30—43.
14. Гермейер Ю.Б., Моисеев Н.Н. Введение в теорию иерархических систем управления // Math Operationsforschung und Statistik. 1973. V. 4. № 2. P. 33—154.
15. Гермейер Ю.Б., Горелик В.А., Федоров В.В. Иерархические системы и неантагонистические игры с передачей информации // Тр. 8-й зимней школы по математическому программированию и смежным вопросам. Дрогобыч, 1975. М.: ЦЭМИ АН СССР, 1976. С. 23—37.
16. Germeier Yu. B. Nonantagonistic Games. Translated from the Russian and with a Preface by Anatol Rapoport. Theory and Decision Library, 46. Dordrecht: D. Reidel Publishing Co. 1986. xiv+331 p.
17. Гермейер Ю.Б., Ватель И.А. Игры с иерархическим вектором интересов // Изв. АН СССР. Техн. кибернетика. 1974. № 3. С. 434—469.
18. Гермейер Ю.Б. Образование целей в задачах с векторным критерием (тезисы) // Изв. АН СССР. Техн. кибернетика. 1976. № 4. С. 3—13.
19. Гермейер Ю.Б. Слабоустойчивые совместные решения в повторяющихся играх // Докл. АН СССР. 1974. Т. 216. № 3. С. 481—484.
20. Гермейер Ю.Б. Игры с противоположными интересами. Теория принятия решения при неполном единстве. М.: МГУ, 1972. 183 с.
21. Гермейер Ю.Б. Игры с противоположными интересами. М.: Наука, 1976. 328 с.
22. IX Moscow International Conf. on Operations Research (ORM2018). Moscow, October 22—27, 2018. Proceedings. In two Volumes / Ed. F. Ereshko. Moscow: MAKSPress, 2018.