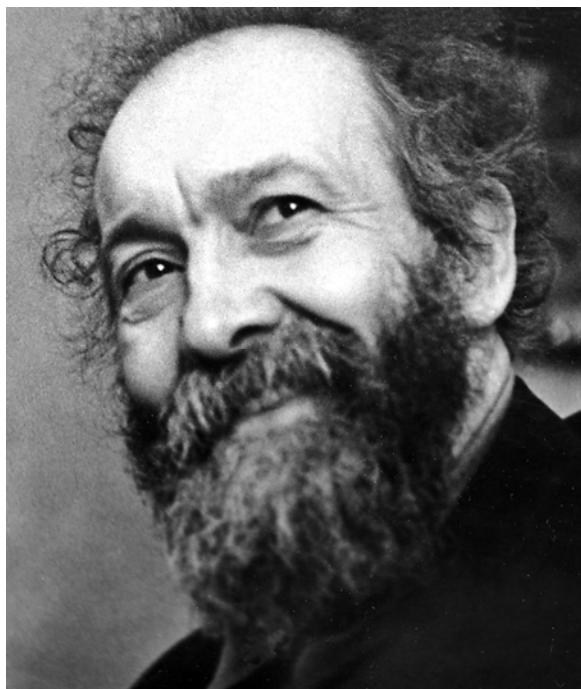


**К 100-летию
со дня рождения**

**АЛЕКСЕЯ АНДРЕЕВИЧА
ЛЯПУНОВА ***



8 октября 2011 года исполнилось 100 лет со дня рождения Алексея Андреевича Ляпунова – одного из основоположников отечественной кибернетики, члена-корреспондента АН СССР, основателя Московской и Сибирской школ кибернетики и теоретического программирования, одного из основателей НГУ и ФМШ при НГУ. Его значение в истории отечественной кибернетики уникально. Достаточно сказать, что в 1996 г. (посмертно) он был награжден самой престижной наградой мирового компьютерного сообщества – золотой медалью «Computer Pioneer» с формулировкой: «Создателю операторного метода программирования, основателю советской кибернетики и программирования». И хотя А. А. Ляпунова вот уже почти 40 лет нет с нами, его научное наследие не только не теряет своей актуальности, но и становится все более востребованным.

С жизнью Алексея Андреевича Ляпунова, представителя старейшего дворянского рода (род Ляпуновых, давший России в Смутное Время организаторов первого ополчения: братьев Прокопия, Захария и Григория – предка Алексея Андреевича, восходит по преданию к прямым потомкам Рюрика по линии Владимира Мономаха), участника Великой Отечественной войны, известного ученого, замечательного педагога и пропагандиста научных знаний, связано множество ярких, счастливых и драматических страниц истории отечественной науки.

Интерес А. А. Ляпунова к кибернетике был далеко не случаен: его возникновению способствовала энциклопедичность познаний ученого, заложенная еще семейным воспитанием. Семья Ляпуновых была тесно связана родственными узами со многими знаменитыми фамилиями российской интеллектуальной элиты, создавшей, по существу, отечественную науку конца XIX – начала XX вв.: Сеченовы, Бутлеровы, Крыловы, Капицы, Филатовы, Наметкины и др.

* При написании статьи были использованы материалы, опубликованные в книге: *Ляпунова Н. А., Федотов А. М., Фет Я. И.* Алексей Андреевич Ляпунов. 100 лет со дня рождения. Новосибирск: Гео, 2011. 587 с.

В 1928 г. Алексей Андреевич поступил на физмат Московского университета, но через год был вынужден покинуть его: он отказался подписать петицию курсовых активистов, требовавших сноса церквей в Москве, и заявил о своей вере в Бога. Начав работать в 1930 г. в Институте геофизики АН СССР, А. А. Ляпунов под руководством академика П. П. Лазарева получил опыт проведения научных исследований. Выполняя математическую обработку геофизических и биофизических экспериментов, участвовал в экспедициях по изучению Курской магнитной аномалии.

Важнейшей вехой в научной биографии А. А. Ляпунова стало обучение математике под руководством академика Н. Н. Лузина по составленным им программам. Алексей Андреевич избрал областью научной специализации дескриптивную теорию множеств. В этой области математики он работал до конца жизни. Теории множеств, выпуклому анализу и теории функций посвящены 62 работы ученого, включая монографию. Будучи учеником Н. Н. Лузина, Алексей Андреевич сблизился со старшими его учениками, известными математиками Н. К. Бари, М. А. Лаврентьевым, Д. Е. Меньшовым, Л. А. Люстерником, А. Н. Колмогоровым, Л. В. Келдыш, П. С. Новиковым.

С конца 1934 г. А. А. Ляпунов – младший научный сотрудник Математического института им. В. А. Стеклова АН СССР. В этом институте он с перерывами проработал до конца 1950-х гг., там же защитил кандидатскую и докторскую диссертации в области дескриптивной теории множеств. Кроме того, им были выполнены важные исследования по функциональному анализу и математической статистике. В частности, знаменитая теорема выпуклости Ляпунова легла в основу нового направления, названного впоследствии выпуклым анализом.

Великая Отечественная война не могла не изменить жизненные планы ученого. В 1942 г. доцент Ляпунов добровольцем вступил в ряды Красной армии. Став командиром топографического взвода гвардейского артиллерийского полка, А. А. Ляпунов с сентября 1943 г. по апрель 1945 г. находился в составе действующей армии. Осенью 1943 г., во время боев в районе Курской магнитной аномалии, гвардии лейтенант А. А. Ляпунов, пользуясь своими незаурядными познаниями, приобретенными в Институте геофизики, и математическим талантом, рассчитал и предложил командованию поправки в таблицы наводки дальнбойных орудий, учитывающие магнитное отклонение снарядов под влиянием КМА. Военный и научный подвиг А. А. Ляпунова был отмечен орденом Красной Звезды. Этот орден занимал особое место среди наград Алексея Андреевича, который гордился тем, что заслужил его с помощью науки.

Весной 1945 г. Ляпунова отзывают из действующей армии для преподавания в Артиллерийской академии им. Дзержинского. Из его учеников по этой академии вышли видные военные ученые, среди них Н. П. Бусленко, С. Я. Виленкин, А. И. Китов, Н. А. Криницкий, В. И. Мудров, И. Б. Погожев, И. А. Полетаев и др.

В 1951 г. Алексей Андреевич возвращается в МИАН, а в 1953 г. М. В. Келдыш приглашает его в Отделение прикладной математики этого Института, где он организует отдел кибернетики. Это было время возникновения первой вычислительной машины в СССР (МЭСМ), и А. А. Ляпунов сразу активно взялся за работы, связанные с решением прикладных и теоретических задач с использованием ЭВМ. В 1952–1953 гг. им был прочитан курс лекций под названием «Принципы программирования». В этом же году он организует в МГУ семинар по программированию, в 1954 г. – семинар по исследованию проблем расширения возможных областей применения вычислительных машин.

Переломный этап в научной судьбе А. А. Ляпунова наступает в 1952 г., когда академик С. Л. Соболев приглашает его на должность профессора только что созданной кафедры математической логики и вычислительной математики МГУ. Так начался двадцатилетний период, в течение которого основные силы Алексея Андреевича отдавались становлению и развитию нового научного направления – кибернетики.

Алексей Андреевич как нельзя более подходил на роль ученого, возглавляющего это направление: эрудированность в сочетании с многосторонними научными интересами и навыками в применении математических знаний к решению задач из разных областей естествознания. И он действительно стал главой кибернетики в нашей стране. Начав с задач теоретического программирования (в частности, создав операторный метод программирова-

ния, позволяющий проводить анализ функций программы, абстрагируясь от ее конкретного содержания), А. А. Ляпунов очень быстро переходит к решению кибернетических задач. К этому времени он уже был сложившимся ученым, известным своими работами в области дескриптивной теории множеств, математической статистики, теории стрельбы, геофизики.

Операторный метод послужил основой дальнейших работ по теории программирования и работ по автоматизации программирования. При непосредственном участии Ляпунова зародилась теория схем программ, в которой свойства программ изучаются на их моделях (схемах). Алгебраическая теория программирования, основы которой были заложены в работах Алексея Андреевича и его учеников, дала серьезные теоретические и прикладные результаты. Создание трансляторов (программирующих программ – по терминологии Ляпунова), исследование их строения и принципов работы – это важное направление в современном программировании, основателем которого, безусловно, является А. А. Ляпунов.

Но главной задачей в те годы было доказать самое право отечественной кибернетики на существование. В это трудное время А. А. Ляпунов вместе со своими соратниками проводит широкую разъяснительную работу, пишет письма в правительство, обращается к научной и культурной общественности страны. Все это обеспечило последующий взлет кибернетики в России, выход на передовые рубежи мировой науки. Актом гражданского мужества стали лекции Алексея Андреевича о кибернетике, которые он начал читать перед разными научными аудиториями (среди математиков, инженеров, военных, биологов, философов) практически сразу же после опубликования разгромной статьи «Кому служит кибернетика» в журнале «Вопросы философии» (1953 г., № 5), где недвусмысленно заявлялось: «Кибернетика – одна из тех лженаук, которые порождены современным империализмом и обречены на гибель еще до гибели империализма».

Материалы этих лекций легли в основу опубликованной в «Вопросах философии» статьи С. Л. Соболева, А. И. Китова и А. А. Ляпунова «Основные черты кибернетики». После ее публикации с «технической» кибернетикой, необходимой «оборонке», не стали спорить, а вот исследования по информационным и кибернетическим моделям в биологии и обществе еще долго были проблематичными. В связи с сохранявшимися проблемами для этих научных направлений у нас появились такие названия, как *информатика* и *системный анализ*. В последующие годы А. А. Ляпунов публикует несколько циклов статей, охватывающих широкий круг вопросов кибернетической науки. Особенно большую роль в координации работ и формировании новых направлений исследований сыграл междисциплинарный семинар по кибернетике, организованный А. А. Ляпуновым в МГУ в 1956 г. Семинар объединил ученых различных специальностей. Он стал центром зарождения кибернетической мысли в нашей стране. Благодаря героическим усилиям А. А. Ляпунова и его единомышленников активное преследование кибернетики постепенно прекратилось, и появились условия для нормального развития этой новой науки в нашей стране.

Из числа регулярных участников семинара и учеников А. А. Ляпунова вышли известные ученые в области теоретической и прикладной кибернетики: А. П. Ершов, Ю. И. Журавлев, Н. П. Бусленко, О. Б. Лупанов, С. В. Яблонский, О. С. Кулагина, Р. И. Подловченко, М. Л. Цетлин, Ю. И. Янов и многие другие. Большое внимание А. А. Ляпунов уделял пропаганде и распространению идей кибернетики. Он основал издание серии сборников «Проблемы кибернетики», создал и редактировал серию книг «Кибернетика в монографиях», организовал публикацию переводов лучших работ зарубежных авторов в серии «Кибернетический сборник».

В 1959 г. по инициативе А. А. Ляпунова при Президиуме АН создается Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» (на правах академического института). По предложению ученого председателем Научного совета назначается академик А. И. Берг, а А. А. Ляпунов становится его заместителем.

В 1962 г. по приглашению М. А. Лаврентьева и С. Л. Соболева А. А. Ляпунов переезжает в Академгородок. Еще ранее по его инициативе в новосибирский Академгородок переехали многие из его учеников и последователей. Здесь Алексей Андреевич возглавил отдел математической логики и кибернетики в Институте математики и кафедру математического анализа НГУ. Он сразу активизировал местную кибернетическую жизнь. По московскому при-

меру он у себя дома организовал семинар по кибернетике, куда ходили и чистые математики, и лингвисты, и экономисты, и биологи.

Затем он организовал отделение кибернетики в Институте математики, а в НГУ основывает кафедру теоретической кибернетики. На его лекции «Кибернетические основы биологии» набивались толпы студентов и сочувствующих. Он был одним из организаторов знаменитой Новосибирской физматшколы (ныне – Специализированный научно-учебный центр при НГУ), и некоторые из его школьных учеников потом работали в его лаборатории. Все последние годы и дни до своей безвременной кончины Алексей Андреевич в окружении многочисленных друзей и коллег увлеченно продвигал проблемы кибернетического эксперимента в исследованиях производственных процессов, биологии, имитационного моделирования, лингвистики и машинного перевода. Для нас особенно важно, что основные результаты в области кибернетики были получены А. А. Ляпуновым, когда он работал в Сибирском отделении АН СССР – с 1962 г. до скоростной кончины 23 июня 1973 г.

Прежде всего, следует отметить огромный вклад А. А. Ляпунова в осмысление основ кибернетики, определение ее предмета и классификацию основных направлений. В качестве предмета кибернетики А. А. Ляпунов совместно с С. В. Яблонским предложил рассматривать управляющие системы (т. е. объекты, в которых можно выделить следующие составные части: схему, информацию, координаты и функцию), но не любые, а удовлетворяющие трем дополнительным признакам: дискретность, сложность, многозначность представления. Были выделены 2 основных подхода к исследованию кибернетических систем: макроподход, при котором система рассматривается как «черный ящик» для исследования ее взаимодействия с окружающей средой, и микроподход, при котором изучается внутреннее строение системы. В рамках этих подходов сформулированы 12 основных направлений исследования систем (информационные потоки, коды, функции, функционирование, элементы и связи, надежность и т. д.), а также указаны математические методы исследования этих направлений.

В этой связи хотелось бы подчеркнуть, что в начале 1960-х гг. структура искусственных кибернетических объектов (например, информационных систем, да и вычислительных машин в целом) была не слишком сложной, поэтому применение для их исследования методов системного анализа могло показаться в те времена «стрельбой из пушки по воробьям». Однако последующее развитие кибернетики и информатики показало, что созданная А. А. Ляпуновым методология использования системного анализа для исследования сложных кибернетических систем является важнейшим инструментом, позволяющим резко повысить эффективность их функционирования, что особенно наглядно проявилось в эпоху Интернета и распределенных информационно-вычислительных систем. На основе этой методологии можно, например, сформулировать понятие интегрированной информационной системы, формально описать ее основные элементы и связи между ними, построив тем самым абстрактную модель работы с информацией.

Разработанные теоретические подходы к исследованию кибернетических систем А. А. Ляпунов успешно применял в прикладных задачах. К их числу следует, в частности, отнести задачи машинного перевода и математической лингвистики в целом. Рассматривая текст, написанный на естественном языке, как кибернетическую систему, а его машинный перевод – как типичную сложную кибернетическую задачу, А. А. Ляпунов совместно со своими учениками разработал методику машинного перевода, использование которой позволило получить серию интересных теоретических и прикладных результатов. В ее основе лежат иерархическое представление структуры языка и использование приближенных алгоритмов, благодаря которым удовлетворительные решения получаются при существенной экономии машинных ресурсов (что было особенно важно, учитывая несовершенство ЭВМ той эпохи). Данная методика оказалась эффективной при решении широкого круга задач математической (точнее машинной) лингвистики: машинное реферирование текстов, машинная документалистика, машинное чтение текстов, связанное с распознаванием образов, создание искусственных языков программирования, обработка слабоструктурированной информации и т. п. Исследования по МП позволили ввести в практику одной из труднейших областей кибернетики – теории распознавания образов – лингвистические методы распознавания.

Рассматривая математику как «царицу наук», А. А. Ляпунов всегда стремился к приложениям ее в различных областях естествознания, проявляя постоянный интерес ко многим ес-

тественнонаучным дисциплинам. Так, он всегда испытывал глубокий интерес к биологии, искал контакты с биологами, активно работал со многими из них, участвовал в полемике, развернувшейся в биологии. А. А. Ляпунов, его ученики и соратники внесли весомый вклад в развитие капитального фундамента теоретической и математической биологии. Применение в биологии методов математического моделирования и внедрение в биологическую теорию и практику точных определений и доказательных рассуждений математического характера являлось не только заслугой, но и любимым детищем А. А. Ляпунова, фактического основоположника «математической и информационной биологии» в советской науке.

Одной из важнейших заслуг А. А. Ляпунова перед отечественной и мировой наукой является создание методологии использования для анализа биологических задач математического и кибернетического аппарата. Еще в 1941 г. А. А. Ляпунов совместно с Ю. Я. Керкисом опубликовал результаты статистической обработки генетических экспериментов. Эта работа, выполненная по инициативе академиков Н. И. Вавилова и А. Н. Колмогорова, блестяще подтвердила теорию Менделя.

Биология привлекала А. А. Ляпунова как одна из тех областей естествознания, которые, накопив большой экспериментальный материал, переходят к построению точных теорий. Этот переходный период требует особенно осторожного и внимательного отношения. Он характеризуется тем, что легко запутаться в обилии фактов, уйти в сторону от главной дороги. Очень важно в это время внести ясность в основные понятия и концепции, «навести порядок в доме». Как раз этим применительно к теоретической биологии и стремился заниматься А. А. Ляпунов. Следует отметить, что в настоящее время именно биологи оказались наиболее восприимчивыми к использованию новых информационных технологий в своих исследованиях.

Наряду с общими проблемами теоретической биологии А. А. Ляпунов успешно работал над решением прикладных задач математической биологии: имитационное моделирование эволюции популяций, построение моделей динамики популяций с использованием сложных балансовых соотношений типа законов сохранения и т. п.

Большое внимание уделял А. А. Ляпунов разработке моделей, основанных на учете балансовых соотношений в динамике (такие модели сейчас принято называть информационными). Согласно развиваемым им представлениям, основными этапами построения этих моделей должны быть математическая формулировка балансовых соотношений в виде систем уравнений, введение ограничений на входящие в эти уравнения переменные и функции от этих переменных, формирование математических моделей и исследование этих моделей математическими методами. Простейший (или наиболее привычный) вид балансовых соотношений – это законы сохранения энергии или массы. Огромное количество физических фактов есть содержательная (физическая) интерпретация математических результатов, полученных при исследовании балансовых моделей – систем балансовых уравнений указанного выше типа.

Первые математические балансовые модели для биоценозов (сообществ живых существ) были построены в конце 1920-х – начале 1930-х гг. итальянским математиком Вольтерра. А. А. Ляпунов построил и исследовал балансовые модели значительно более сложного вида, учитывающие большое число различных факторов. Так, им был построен первый вариант модели функционирования живых существ в верхнем слое тропической зоны океана. В модели учитывались необходимые для жизни вещества, количество которых ограничено (что лимитирует объем и рост биомассы планктона), основные обменные процессы, вводились определенные допущения о распределениях интенсивности процесса по глубине, о типе действия внешних факторов и т. п. Но самое удивительное выявилось в дальнейшем: исследования научного судна «Витязь» полностью подтвердили теоретический прогноз, полученный на модели, о том, что биопродуктивность океана на несколько порядков меньше, чем предполагалось ранее (в 1960-е – начале 1970-х гг. наблюдалась тенденция рассматривать Мировой океан как практически неограниченный источник животного белка для питания человечества). Важность этих работ подтверждается тем фактом, что исследование ресурсов биосферы стало признанной международной проблемой. Алексей Андреевич должен был возглавить в качестве научного руководителя работу национального комитета СССР по этой проблеме, и только преждевременная смерть помешала этому.

Глобальная цель, которую ставил перед собой А. А. Ляпунов при построении «информационной биологии», – определить понятия «живое», «жизнь», т. е. указать набор признаков, по которым можно различать живое и неживое. Такая попытка определения «живого», «живой природы», «жизненных процессов», сделанная А. А. Ляпуновым, вызывала и продолжает вызывать большие споры, имеет своих сторонников и противников. Напомним, что сам ученый не считал свое определение полностью формализованным: «Для того чтобы с единых теоретических позиций изучать понятие жизни или живого, нужно установить, что именно понимается под жизнью, живым или жизнедеятельностью. Разумеется, здесь речь идет о некотором описании этого понятия на естественнонаучном уровне, а вовсе не о формальном математическом определении». Это означает, что сам автор допускал возможность детализации, уточнения, дополнений своего определения.

Современные информационные технологии предоставляют исследователю мощный аппарат для «манипулирования данными», а не информацией. Данные, переведенные в электронную форму, приобретают новое качество, обеспечивая им более широкое распространение и эффективное использование. На первый взгляд, может сложиться впечатление, что развитие информационных технологий уже само по себе способно вывести работу с научной информацией на качественно новый уровень, но, к сожалению, это совсем не так. Современные информационные технологии пока не могут предоставить адекватный аппарат для оперирования «информацией» и информационными ресурсами. Однако сами по себе данные (как набор битов) не представляют никакой информационной ценности без соответствующих описаний или моделей. Применение информационных технологий должно основываться на использовании различных моделей (феноменологических, информационных, математических и др.). Как неоднократно отмечал А. А. Ляпунов: «нет модели – нет информации». Для возможности продуктивной работы нужны данные, превращенные в «информацию», представленную в виде «знаний – адекватного отражения действительности в сознании человека в виде представлений, понятий, суждений теорий».

Нельзя не сказать о многогранной и плодотворной педагогической деятельности А. А. Ляпунова. Алексей Андреевич был замечательным педагогом и пропагандистом научных знаний. Этому благоприятствовал редкий набор качеств: широкий кругозор, ораторский талант, эффектная внешность, а главное – привязанность к молодежи и детям, умение понятно и одновременно точно вести разговор с самыми различными по уровню и характеру образования людьми. Его педагогическая деятельность и педагогическое наследие характеризуются следующими тремя обстоятельствами. Во-первых, Алексей Андреевич интересовался преподаванием на всех ступенях образования, от высшей до начальной школы. Во-вторых, его интересы не ограничивались преподаванием математики, а охватывали весь цикл естественных наук, а также проблемы воспитания в целом. И, наконец, он в равной мере занимался и теорией и практикой педагогического дела.

Педагогическая деятельность А. А. Ляпунова достигает своей вершины в новосибирском Академгородке, где условия для экспериментирования и пропаганды новых идей были весьма благоприятными. Он был среди инициаторов создания в 1962 г. первой в нашей стране физматшколы-интерната (ФМШ) при Новосибирском университете. Большой удачей для ФМШ было, что в начале ее пути, в первые, самые трудные годы ее становления, ученый совет школы возглавлял А. А. Ляпунов. Алексей Андреевич принимал активное участие в разработке первых учебных планов, в обсуждении проспектов программ, содержания и формы работы с будущими учащимися, решении организационных вопросов. Именно Алексею Андреевичу Ляпунову было предоставлено почетное право 21 января 1963 г. прочитать первую лекцию. Уже в этой лекции была выражена основная идея А. А. Ляпунова о том, как нужно преподавать математику в ФМШ. По его глубокому убеждению, при изложении новых математических идей школьникам нужно как можно быстрее показать их мощь и широкое практическое применение к решению задач разной природы. Он был инициатором создания принципиально нового курса для школьников «Землеведение» – курса, в котором с системной точки зрения школьникам давалось мировоззрение на окружающую их природу. Землеведение, по его определению, «есть комплексная наука о земном шаре как космическом теле и области существования человека. В землеведение входят основы астрономии, физической географии, исторической и динамической геологии, история развития жизни на земле, уче-

ние о биосфере и об охране окружающей природы, элементы океанологии и климатологии». Алексей Андреевич не только разработал программу по землеведению, но вел этот предмет в 1964–1965 гг.

В этой краткой статье мы остановились лишь на некоторых фактах, связанных с деятельностью А. А. Ляпунов по становлению кибернетики и информатики в России. Осмысление оставленного им научного наследия очень важно для информационной науки: в наши дни стало совершенно очевидным, что подавляющее большинство положений и выводов, содержащихся в работах А. А. Ляпунова, не только не утратили актуальности, но и являются теоретической основой развития многих современных направлений кибернетических наук.

Столь интенсивное и плодотворное развитие научного наследия А. А. Ляпунова стало возможным во многом потому, что работы ученого продолжили его многочисленные ученики, среди которых есть несколько академиков и членов-корреспондентов РАН, более 50 докторов и кандидатов наук. Такое обилие учеников неудивительно: ведь А. А. Ляпунов был одним из инициаторов создания в 1962 г. первой в нашей стране Физико-математической школы-интерната при НГУ, первым председателем ее ученого совета, определившим основные принципы обучения в школе нового типа, и активным лектором. И очень символично, что улица, идущая от лабораторного корпуса НГУ к Физико-математической школе, ныне носит имя Алексея Андреевича Ляпунова.

А. М. Федотов

член-корреспондент РАН
заместитель директора
Института вычислительной техники СО РАН
декан факультета информационных технологий
Новосибирского государственного университета