

У журналов, как и людей, бывают свои привязанности. Вот уже много лет наши читатели имеют возможность наблюдать за эволюцией одной из научных школ, поставившей своей целью соединить усилия биологов и математиков, «наработать» запас общих понятий, необходимый для взаимопонимания. Перед вами — отчет об очередной школе.

Наука — баба веселая и научьей серьезности не терпит.

Н. Тимофеев-Ресовский

У меня было время осмыслить увиденное и услышанное: почти год прошел с той поры, как мы вновь собрались на нашу школу, полное название ее «Всесоюзная школа по моделированию сложных биологических систем».

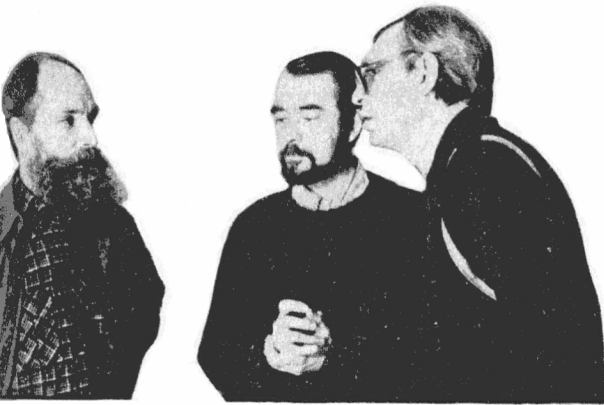
*К. Левитин,
наш специальный корреспондент*

«Кентавр» ВЫХОДИТ НА СВЯЗЬ

Говоря о ней, я употребляю слова «мы» и «наша», не имея к тому достаточных оснований. Но длительное сосуществование дает известные привилегии — многие «школьники» стали за эти годы моими друзьями или хорошими знакомыми, журнальными авторами или советчиками, и их беды, печали и радости я уже давно ощущаю в какой-то мере своими.



Герои
этого репортажа
(слева направо):
А. Арманд,
М. Мина
и А. Базыкин.



Главная же из этих бед состоит в том, что одно дело — товарищеские и дружеские отношения и совсем иное — умение видеть жизнь глазами другого, использовать добытый долгими годами и тяжким трудом опыт коллеги и научиться его приемам постижения мира. «Там написано по-латыни, а вы читаете по-зулусски, поэтому и возникает неперебиваемая игра слов местного диалекта», — определил создавшуюся ситуацию Альберт Макарьевич Молчанов, и ему, бессменному руководителю наших школ, сложность эта видна лучше, чем кому бы то ни было иному*. Год идет за годом, вот уже тринадцать их набезало, а нынешняя встреча наша — десятая, а воз и ныне там: биологи скрупулезно подсчитывают свои тычинки и пестики, математики любовно выращивают свои уравнения...

«За эту чертову дюжину лет мы под влиянием математиков осознали лишь, что необходимо концептуализировать представления экологии. А осознали ли хоть что-нибудь они — для меня неразрешимый вопрос», — резюмировала вступительный доклад Молчанова Наталья Ивановна Базилиевич, участница всех этих биолого-математических школ. Да и сам Альберт Макарьевич весь первый вечер был непривычно мрачен, и говорят, слова «одиннадцатой не бывать» слетели с его уст.

Если это даже и правда, то последующие дни заставили бы его пожалеть о своей минутной слабости.

1

Из всех участников школы больше всего я знаю Александра Дмитриевича Базыкина. Доклад его назывался достаточно задиристо: «Математическая экология — итоги и перспективы», и девиз к нему, который он провозгласил, едва взойдя на трибуну, — «Краткость. Острая субъективность. Провокацион-

ность», — тоже не изобличал в ораторе тишину в науке.

— Отцы-основатели, и прежде всего Алексей Андреевич Ляпунов, на первой нашей школе ставили задачу познакомить друг с другом представителей двух великих наук и при этом показать биологам, сколь велика сила математики. Очень скоро руководство школ стало думать прямо противоположным образом: как бы умудриться объяснить биологам, что истинные возможности математики весьма ограничены. Задача эта была выполнена и даже с перехлестом, но тут родилась третья идея, связанная главным образом с именем Николая Владимировича Тимофеева-Ресовского: привить математикам любовь к биологическим объектам и показать им, как на самом деле широк круг проблем, которые они могли бы решать, — так начал свою речь Базыкин.

Так он ее и продолжил. Парадоксальность нынешней ситуации объяснялась им с помощью парадоксов же. Паровоз дал физике больше, чем физика паровозу, говорил он, приписывая эти слова Лазарю Карно. Вот и математики, пришедшие в биологию с прометеевым комплексом — неся свет знаний в темную массу не знающих дифференциальных уравнений людей, — получили множество чисто математических идей в награду за свою неспособность хоть чем-то помочь естественникам. На одном из вечерних бедней, во время которых, собственно, и происходят все главные школьные события, Альберт Макарьевич Молчанов в очередной раз сумел внести смятение в души собравшихся, объяснив им, что математику, вторгшемуся в биологические куши, чтобы двигаться дальше не хватает не знания биологии, а знания самой математики. Изошренность методов и приемов современной математики привели к тому, что универсалов в этой науке почти не осталось.

Любопытно и симптоматично, что очень схожая обстановка сложилась и в биологии. «Есть биологический факультет, но нет биологической науки», — такова одна из самых кратких и четких формулировок этой точки зрения. Зоолог сегодня мало способен понять молекулярного биолога, тот — ботаника, все вместе они — физиолога. Теоретической же биологии, объединяющей различные ветви единой по сути своей науки, нет. И лишь когда внутри самой биологии появится подобный обобщающий подход, естественным и необходимым образом войдет в нее и математика.

Получается, что для счастья в биолого-математическом браке надо, чтобы обе стороны, желающие в него вступить, капитальнейшим образом пересмотрели свои жизненные взгляды, свое самосознание. Наверное, — такое предложение исходило на школе от биологов — на первых двух курсах биофака должна читаться некая обобщающая теория, а не отдельные частные дисциплины, как сейчас. Что же касается математиков — и это их собственное мнение, — то им бы как раз очень не помешало знать, что творится на соседних кафедрах их собственного факультета, как работают созданные коллегами-математиками новые приемы и методы.

Попытки помочь биологам справиться с их бесконечными проблемами как раз и побуждают математически ориентированных ученых осваивать все новые и новые горизонты математики. Об этом, в сущности, и говорил Базыкин в своем докладе, если вынести за

* О работах А. М. Молчанова мы сообщали в прошлом году, в ноябрьском номере «Знание — сила», в беседе с ним, названной «Масштабы времени».

скобки все математические выкладки и сугубо специальные термины.

Продолжая незаконченный спор во время дискуссии по одному из докладов, он вывернул наизнанку сам предмет разговора: допустимо ли моделировать несуществующие в природе объекты и ситуации, нет ли тут своего рода математического снобизма, когда человеку совершенно безразлично, что есть, а чего нет и быть не может на самом деле, а важна лишь одна игра воображения, блаженство манипулирования значками и формулами. Только такие вещи и надо моделировать! Ибо в реальной природе нет ни материальной точки, ни несжимаемой жидкости, ни абсолютно черного тела, но именно подобные понятия и идеализация лежат в основе науки. Конечно, это крайняя точка зрения, родившаяся как естественная реакция на биологический экстремизм, который исходит из мысли, что никакая упрощенная модель, не учитывающая всего разнообразия живого, не может принести ни малейшей пользы ни науке, ни практике. А ведь в то же время именно предельно упрощенные модели раскрывают глаза на истинное положение вещей...

Даже в полностью детерминированной модели болезни, говорит докладчик, исход лечения предсказать нельзя, потому что он стохастичен. То есть и там, где все начальные условия predeterminedены заранее, все равно действует механизм вероятности. Понять, что в принципе подобные ситуации возможны, научиться выявлять классы явлений, где такое происходит, — вот что представляется ему делом важным и нужным.

Да, конечно, возражают ему из зала, так оно и есть, если забыть, что физические законы не правят самовластно биологией. Это электроны и молекулы бегут, подчиняясь закону больших чисел. — так, что в среднем, согласно вероятностным соображениям, всегда выполняются некоторые известные соотношения. В колонии грызунов этот всеобщий закон действует уже куда в меньшей степени, а для уссурийских тигров, которых остались считанные единицы, он и вообще неприменим — каждый зверь бежит туда, куда хочет, а отнюдь не в каком-то «среднем» направлении.

Когда же математик Александр Дмитриевич Базыкин предостерегает своих коллег от печально известного математического снобизма, когда не используются все собранные биологами данные во имя изящества формул, ему с горечью возражает биолог Борис Яковлевич Виленкин*. «Если бы только в этом было дело! — говорит он. — Забудем на миг об элитарности этой школы и окунемся в рутину обычного академического учреждения. В одном из них мне недавно пришлось давать экологический прогноз: что будет, если повернуть вспять сибирские реки, — как изменится качество воды, как поведет себя рыба. Поскольку надо было предсказать, что случится с самыми обычными судачками, щуками и ершами, соблазнительно было воспользоваться какими-нибудь из множества существующих и весьма изощренных математических моделей популяций рыб. И нужно-то было нам совсем немного: вставить в эти модели данные, даже не слишком уж точные, о том, сколько

лет какие рыбы живут, отчего они дохнут, как нерестятся. Но выяснилось, что биологи ничего этого не знают, поскольку вся их рыбная наука была ориентирована на пользу народному хозяйству, потому мелочами они не интересовались, а исследовали некий поток безликой рыбной массы — создавая, по сути дела, злую карикатуру на научную работу».

...Непросто все оказывалось в том мире, где искали свою точку встречи участники школы, стремясь образовать «диполь», что в молчановской терминологии означает слияние математика и биолога в надежде сообща решить некую задачу.

2

— Я предлагаю съест за то, чтобы всегда было что съест! — провозгласил тост на нашем безалкогольном товарищеском ужине Михаил Валентинович Мина.

Мы сидели рядом, и я шепнул ему на ухо: «И чтобы всегда было кому есть!» Он засмеялся. Дело в том, что мы с ним вполне могли бы и не оказаться за этим столом в столовой турбазы «Велегож», пригравшей на этот раз нашу школу. Днем мы взяли напрокат лыжи и решили устроить небольшую пробежку к Тарусе или Поленову. Да и сама Ока манила нас — столько раз в докладах она служила примером, подтверждающим тот или иной тезис. В частности, знаменитое понятие «лимитирующий фактор», введенное Игорем Андреевичем Полегаевым на одной из первых школ. В оврагах около реки — и мы это отчетливо видели, пробегая мимо, — растут деревья, дальше их уже нет. Лимитирующий фактор — вода. Всего остального — солнца, воздуха, земли — хватает, она одна определяет собой все. Следовательно, и модели надо строить с учетом такого ограничения, они получаются и проще, и в то же время точнее отражат реальную жизнь. Скользя бок о бок по снежной целине, мы обсудили эту тему, а затем, по естественной ассоциации, перекинулись к самой жизни — к загадочности ее возникновения, к непостижимо короткому сроку, за который появились на Земле не только живые, но и разумные существа. Мы, конечно, не тратили время на общие места — как-то неловко на бегу пережевывать тысячекратно высказанные мысли. «Я дарю вам десять миллиардов лет», — вот фраза, величие которой мы пытались осмыслить.

Произнес ее другой старейшина молчановских «бдений» — Кирилл Павлович Флоренский. Этот царский подарок он сделал школьникам, чтобы дать им возможность обратиться из тупика, возникшего в нынешнем эволюционном учении. Протопланетное облако, из которого образовалась наша Земля, по его мнению, тоже эволюционировало — в его первозданных льдах происходило предбиологическое дьявольское варевое, шли процессы, которые были уже не совсем химическими. Вместо литорали земной в кандидаты на прародину жизни выдвигалась литораль космическая, да притом не плоская, а сферическая, трехмерная.

В этих, а также иных разговорах мы не заметили, как кончился день. Вдруг резко похолодало, потянул ветер. Впереди, правда, видны уже были дома Тарусы, кое-где в них загорался свет, но мы, пробежав немного в этом направлении, благоразумно повернули назад. Темнело быстрее, чем мы ожидали.

* О его работах читайте статью Ю. Лексина «Эта же мелодия — на трубе», «Знание — сила», № 5 за прошлый год.

Лыжню скоро совсем не стало видно. Мы потеряли дорогу. Сколько-то времени шли молча, и вдруг вдалеке услышали слабый, но отчетливый звук радиостанции. Через четверть часа перед нами возникло неказистое здание с надписью «Турбаза «Октава». Выяснилось, что мы боролись за жизнь в полукилометре от своего дома...

Но не так ли обстоят дела и в самом этом доме? Не крутятся ли математики и биологи на узком пятачке одних и тех же вопросов совсем рядом с тем местом, где таятся ответы на них?

Мне почему-то кажется, что именно с такими потаенными думами собрались на традиционный «круглый стол» большинство его участников. Старая школьная тема — «Кентавр или диполь?» — приобрела в велегожских краях новое звучание. Когда-то мечталось, чтобы появилась хоть парочка кентавров — людей, освоивших и математику, и биологию или шире — и какой-то естественнонаучный багаж и метод, исследователям в этой области неведомый. Сегодня кентавры эти мирно паслись среди нас.

Кентавр, воплощенное сотрудничество лошади (по общему убеждению, именно она несет в себе биологическое начало) и всадника (способного к математически точным расчетам каждого движения, но не способного совершать их самому), соединяет между собой обе стихии, служит организатором и координатором работ, переводчиком, исповедником, диспетчером, последней надеждой. Воспитать кентавра — дело долгое и трудное, они — продукция принципиально штучная. С какой бы стороны — лошади или всадника — ученый ни кентаврил, он многое приобретает. Правда, главным образом для самого себя. Ему, кентавру, хорошо. А другим легче ли оттого, что они его вырастили? Поэтому общество налагает на каждого из них особые обязанности — быть мостиками, связующими звеньями между многими людьми, ему показаны широкие социальные контакты.

На школе прозвучала, правда, и другая точка зрения. Выразил ее Борис Яковлевич Виленкин. В известной мере придерживается ее и Молчанов, активно борющийся в свое время с восторгами по поводу успехов кентаврилации. Мысль их состоит в том, что вместо дорогостоящих штучных кентавров лучше бы готовить хороших профессионалов — и математиков, и биологов. Хороших — то есть таких, что умеют проникнуть в смысл работы человека в соседней комнате. Но ведь это и есть кентаврилация, пусть и неявно выраженная! «Если что-то не получается на работе в главном, принципиальном, математике, быть может, ходят на философский факультет — не знаю, я не математик, — говорил Виленкин. — У нас же, биологов, в таком случае принято ходить к математикам. Так вот, профессионал — это не бог весть кто, это просто человек, который при крайней необходимости может вспомнить, чему его учили, и сообразить, к кому обратиться за тем, чему его не учили».

Впрочем, один из представших перед нами юных кентавров плакался, что он по сути дела — мальчик для битья: сам, без посторонней помощи, модель не построит все равно не в силах, а при этом биологи лупят его за то, что он, создавая ее, откидывает очень нужное и важное, а математики награждают

тумаками за то, что он чудовищно плохо образован. Мало того, всякий стоящий математик непременно при этом скажет, что уж он-то кентавром становиться ни за что не будет, ему хвост сзади не нужен, ему лба спереди вполне хватает. Биолог же, понаблюдав за его трудами, рано или поздно задает совершенно лишенный всяческого ехидства вопрос: правда ли, что системный подход в биологии — это когда нет объекта, нет процесса и нет задачи, и верно ли, что математическое моделирование именно этот подход в биологию и вносит?

Но выступил перед нами и кентавр, вполне, как видно, довольный своею судьбой.

3

— Однажды я получил от Михаила Валентиновича Мины политическое, как ему казалось, послание, — говорил Альберт Макарьевич Молчанов. Вот оно по памяти:

*Не вы ль смиряли гром литавров
Во славу биомааткентавров?
Но все ж, наверно, хорошо,
Что стал кентавром Кондрашов.
Со злобой дня сообразуясь,
Куда ж еще Алешу деть?
Но как ему, кентаврилываясь,
Не до конца олошадеть?*

Сам Кондрашов сидел рядом, несколько подетски улыбаясь, и Алешей его называли не ради одной лишь неожиданной и запоминающейся рифмы, но и потому, что он был молод не только душой, но и телом. На школе они с Миной сделали один доклад на двоих. Назывался он «Модели видообразования», Михаил Валентинович изложил чисто биологические предпосылки работы — поставил задачу перед модельером, а Алексей Симонович, хоть и биолог по образованию, выступил в «математическом» качестве.

Есть, оказывается, среди биологов несогласие по одному весьма важному поводу: могут ли новые виды образовываться из старых без всяческого географического разобщения? Те же рыбы, которых много лет пристально изучает Мина, в двух разных озерах или речках, некогда разделенных сушей, постепенно становятся настолько различными и по наследственным качествам, и чисто внешне («далеко уплывают друг от друга в пространстве генотипов и фенотипов», как элегантно выразил он эту мысль в своем докладе), что уже не могут скрещиваться. А вид — это и есть защищенный генофонд, то есть самовоспроизводящаяся популяция, внутри которой возможен обмен генами, а вне ее — нет. Стало быть, из-за геопространственной разобщенности образовался действительно новый вид. Такой способ называется аллопатрическим — «на иной родине», если переводить по смыслу. А возможен ли симпатрический путь, то есть достаточно ли в популяции накопленного разнообразия внутренних резервов, специальных механизмов разделения, чтобы тут же, на той же самой «жилоплощади», появились обитатели совсем другого типа? Совсем не обязательно, чтобы они совсем уж ничем не походили на прежних жильцов, — у мух-дрозофил, например, новый вид от старого может отличаться лишь частотой дрожания крылышек во время брачных церемоний, и одного этого уже достаточно, чтобы скрещивания между ними не происходило.

Такова постановка биологической проблемы. Модель, о которой докладывал Кондрашов, с математической очевидностью показала, что в принципе симпатрическое видообразование возможно; более того, при определенных обстоятельствах оно неизбежно. Компьютер, оживленный заложенной в него программой, показал биологам, что их стремление быть большими дарвинистами, чем сам Дарвин, не находит себе поддержки не только в живой природе, но даже и в моделирующих ее уравнениях. Ведь почему сама идея симпатрического видообразования вызывает столь яростное сопротивление? Потому что естественный отбор, согласно строгой теории, обязан оставлять в живых лишь те формы, что наилучшим образом приспособлены к окружающей среде. Как же тогда может в том же месте и в то же время появиться новый вид? «Грешность нашего мира выражается в мутационном процессе,— говорил в своем докладе Мина.— Но мыслимо ли, с точки зрения классического дарвинизма, чтобы мутанты двинулись в антиадаптивную сторону? Какому насилию нужно подвергнуть популяцию — такую, какой она видится неггибаемым сторонникам буквы эволюционного учения,— чтобы она забыла про неукоснительное действие естественного отбора и разделилась на виды, которые по-разному, а потому, следовательно, наилучшим образом, приспособлены к миру вокруг них?»

— Не так страшен черт, как его малютки,— повторил Молчанов в этом месте доклада свою излюбленную фразу.— Эпигонство — нелепейшая вещь. Лаплас, как известно, не был лапласианцем, Дарвин — дарвинистом, да и вообще быть католичнее папы — это не занятие. Модель, о которой нам сообщили, показывает, что хотя в жизни все не так просто, как хотелось бы, но все-таки и не так сложно, как нас пугают. У популяции действительно есть масса неожиданных возможностей — в этом смысле Кондрашов, сидя в кустах, изобрел микроскоп, совершенно сходный с настоящим.

— Это было не в кустах, Альберт Макарьевич, а на вычислительном центре, которым вы, между прочим, заведуете,— не полез за словом в карман Кондрашов.

«Я был провокатором всей этой модельерской деятельности,— сказал в заключитель-

ном слове Мина.— И весьма доволен, что был им. Модель показала мне, какими свойствами должны обладать виды, образовавшиеся симпатрическим путем, в отличие от форм, появившихся аллопатрически и затем каким-то образом соединившихся вместе. Теперь я знаю, что если виды различаются по малому числу признаков, а в остальном — сильное совпадение, то эти совместно обитающие формы скорее всего образовались симпатрически».

Кондрашов от заключительного слова откасался.

4

Философия слияния получила на десятой школе дальнейшее развитие. Не только математики и физики, но и представители любых других наук получили право на кентавризацию, прежде всего — физики, про которых говорилось с оттенком зависти, что они и так уже немножечко лошади, то есть способны применять математический аппарат к разного рода жизненным проблемам.

«Первоклашка» из физтеха рассказывал о своей плотной работе с ботаниками по одной узкой задаче в течение нескольких лет. Он считал, что она дала ему больше, чем любые учебники: «Я говорю теперь с ними на общем языке, не считая латыни, но это нечестный прием — я ведь тоже могу произнести кое-какие не известные им слова. Четыре экспедиции, когда я вволю покопался в корнях и в грязи, меня обогатили. А вот что я дал ботаникам? Наверное, я научил их немного формальнее мыслить. Вот один полуанекдотический пример. У них есть сорокаметровая веревка с узелками через каждые десять метров. И вот они соединяют ее концы и растягивают за образовавшиеся четыре точки, будучи абсолютно уверены, что, как ни натянется, все равно получится квадрат. Мои геометрические объяснения на этот счет явились для них откровением».

Т. Маврина
«Боблово»
Фрагмент
картины



Похоже, кентавр из этого «физтеха» получится.

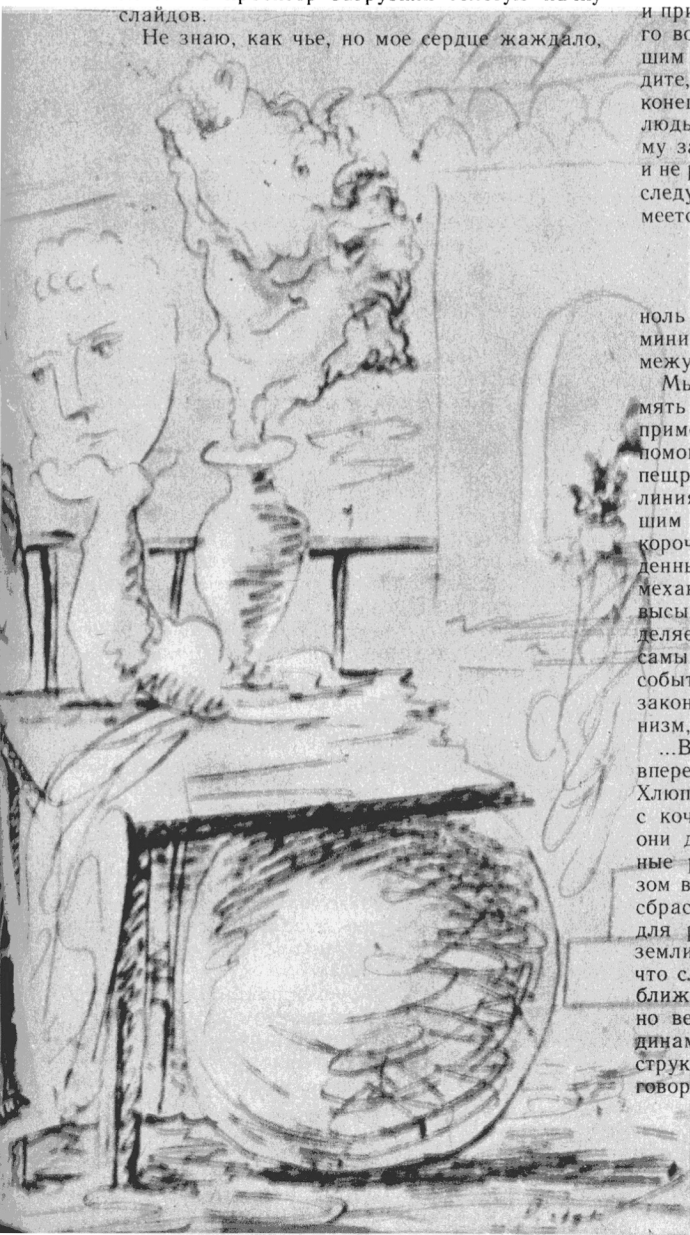
Школьница из Ленинграда, приехавшая из лаборатории знаменитого модельера различных, главным образом водных, живых систем Владимира Васильевича Меншуткина, ныне доктора биологических наук, начавшего свой путь в науке инженером, сказала, что лучший кентавр — это человек, получивший техническое или математическое образование по ошибке, как ее шеф или как руководитель школы, на которую мы собрались. Думается, в этой полшутке много правды.

Впрочем, я имел возможность убедиться в том, что верно и обратное: ученый, живущий природой и ее заботами, ради постижения ее тайных механизмов готов насквозь пропитаться даже идеологией точных наук. Как практически некурящего меня поселили с Алексеем Давидовичем Армандом — человеком, лишенным этого и, кажется, всех прочих людских пороков.

«Самоорганизация земной поверхности»... Одно лишь сочетание этих слов в названии его доклада и то уже вызывало интерес. Но за ним следовал еще и лозунг: «Идея по Земле с открытыми глазами». Вдобавок на наших глазах в проектор загрузили толстую пачку слайдов.

Не знаю, как чье, но мое сердце жаждало,

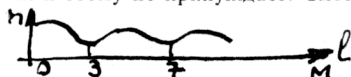
Рисунок П. Пикассо.



оказывается, перемен. Хорошо было после всех этих гомо- и гетерозигот, локусов и фенотипов, гистограмм и интегралов окупиться в чистый и полузабытый мир болот и кочек, лесов и полей, кучевых облаков и коралловых рифов. Окупиться, чтобы увидеть там те же самые проблемы.

— Есть некоторая несправедливость в том, что синергетика возникла в недрах физики, в то время как еще древние географы имели дело со структурами, которые сегодня мы называли бы «самоорганизующимися», — первые же слова доклада прозвучали полемично. Сколько всего было сказано о синергетике и самоорганизации, и всегда речь шла о сложных химических, биологических или еще каких системах, а тут — вся земля, по которой мы идем вслед с Алексеем Давидовичем с широко открытыми от удивления глазами.

Огромная и полуседая уже борода его развивается по ветру, широким шагом ведет он нас по полям, лесам и берегам рек и морей. И вот в высохшей придорожной луже мы видим сложное переплетение трещин. «Размер полигончиков не случаен», — говорит нам Арманд, и мы продолжаем свой путь. Мы ищем укрытия от палящего солнца в лесу, березки и ели, по виду однолетки, дают нам тень и приют. «Расстояния между деревьями одного возраста отнюдь не произвольны», — слышим мы слова нашего экскурсовода. «Видите», — говорит он, когда мы добрались наконец до теплого моря, — расстояния между людьми на пляже подчиняются определенному закону: купальщики не лежат как попало и не располагаются равномерно, нет, они четко следуют вот такому закону, хотя никто, разумеется, их к этому не принуждает. Смотрите:



ноль расстояния — это парочки, следующий минимум — компании друзей, дальше — промежутки между такими компаниями.

Мы смотрим — и видим, что он прав. И память услужливо предлагает десятки других примеров (а слайды, проецируемые на экран, помогают ей) — вот такыры, буквально испещренные змеящимися, пересекающимися линиями, а вот и просто чашка с застывшим киселем, покрывшимся потрескавшейся корочкой, словно повторившей только что виденный узор. Каждая трещина разряжает механические напряжения, возникающие при высыхании, но раз возникнув, она предопределяет собой структуры других трещин и тем самым — всего узора. Случайное, единичное событие оказывается повинным в появлении закономерности — точнее, запускает механизм, эту закономерность реализующий.

...Высокий, худой, в болотных сапогах идет впереди нас Алексей Давидович Арманд. Хлюпают под ногами вода, мы перебираемся с кочки на кочку и замечаем, что удалены они друг от друга тоже на вполне регулярные расстояния. Каким-то случайным образом возвысившись над уровнем болота, кочка сбрасывает воду вниз, улучшая условия жизни для растений, доверившихся этому вздутию земли. Вода же скапливается в бочагах, так что следующая кочка может образоваться не ближе определенного расстояния. Так же точно ведут себя и островки осоки. «Подобные динамические и самоподдерживающиеся структуры взгляд обнаруживает повсюду», — говорит Арманд. — Кучевые облака — такая

же кипящая структура: сплошь они никогда не покрывают небо. И циклоны — это плотно упакованные вихри, их всегда семь в Северном и столько же в Южном полушарии, один исчезает, другой на его месте появляется. И кораллы — точно такие же диссипативные структуры: каждая веточка — колония организмов, которым необходимо питаться, отсюда взаимное отталкивание, гексагональное расположение веточек в пространстве, которое, собственно, и придает кораллам их особую прелесть».

Тут в Алексее Давидовиче на какое-то время умирает натурфилософ и бродяга, а просыпается профессионал экономгеограф, и он рассказывает нам, что и торговые рынки, и места общения, и прочие чисто человеческие образования тоже возникают в узлах гексагональной, то есть шестигульной решетки — так утверждает известная теория центральных мест. Вот некто поставил дом, к нему прилепилась другая усадьба, к ней — третья. Ходить за соседним ухватом стало далеко, возникла потребность в проулке. Кварталов через пять надо бы проехать на телеге — рождается улица. Так образуется — точнее, самообразуется, поскольку управляется своими собственными законами — структура города.

Правда, на самоорганизацию почти всегда накладывается управление со стороны некой системы более высокого порядка. Вот по столу рассыпано пшено. Его смахивают, но остаются таинственные фигуры. Причина в том, что незадолго до нашего эксперимента двухлетний малыш задумчиво поводит пальцем, измазанным вареньем, по клеенке — вот вам и управление со стороны сверхсистемы. Радиально-кольцевая структура Москвы возникла благодаря тому же управлению — управлять приходилось Тверью, Ярославлем, Серпуховом. А «для себя» — кольцевые дороги.

Структуры вовсе не обязательно бывают застывшими. Они могут оказаться и пульсирующими: утром в Москву электрички везут людей на работу, вечером они же их же — домой. В субботу и воскресенье — маятниковые миграции отдыхающих горожан. Так же бродят по лесу поляны, за сто с небольшим лет обходя его весь. Мигрируют озера по тундре: проталина рождает озеро, оно растет, пока не выйдет на дренажную систему и не стечет. На месте его вырастет мох, солнце нагреет его, мерзлота поднимется, образуется проталина — и так далее.

А можно и не пульсировать, а все равно не застывать в своем движении. Образовалась деревня. Следующее поселение возникнет, как уже не раз было показано, не ближе некоторого расстояния — нужны пашни, выгоны для скота. Но вот пространство покрылось сетью поселений. Людям нужно многое, не только еда — какие-то из деревень рано или поздно становятся ремесленными селами, где живут кузнецы, сапожники, шорники. На первичную сетку накладывается новая. Следующая иерархическая структура — небольшой городок, и так далее. Географы насчитывают до семи уровней.

Не только в чашках Петри, в реакциях Белоусова — Жаботинского, но всюду, куда ни кинь взор, проявляет себя самоорганизация вкупе с управлением, называемые ныне модным термином «синергетика», — чередуются по определенному закону перекаты и плесы на реках, ритмически «дышит» дно фьордов,

выпаханным ледником, причудливо, но не случайно разбегаются балки в степях. И притом самоорганизация не берет эту свою регулярность откуда-то в готовом виде — она сама перековывает избыток энергии в структуру. Система то сама себя усиливает, то подавляет, подчиняясь неким информационным, управляющим сигналам.

5

Школа давно закончилась. То, что я о ней думаю, можно выразить словами, которые произнес в Велегоже Михаил Валентинович Мина: «Ситуация вовсе не так скверна, как может показаться, когда вы узнаете ее поближе». Да, некоторый кризис в математико-биологическом взаимопроникновении налицо, но и основания для оптимизма тоже есть. Прежде всего, за эти годы завязалось немало крепких узелков, выработался некий общий язык, создалась атмосфера взаимоприятия. Но главное, — кажется, на мачту корабля стали наконец садиться птицы.

Эту метафору породило упоминание на школе задания, которое дал в свое время сотруднику академик Михаил Васильевич Шулейкин. Он поручил им просмотреть по судовым журналам, как делались великие географические открытия. Прямоу, соединяющую начальную и конечную точки пути судна за каждый день, он предложил раскладывать на две составляющие: направленную строго на цель путешествия и ту, что получается после вычитания ее из реального вектора пути корабля. Первую разумно назвать детерминированной, вторую — стохастической, поисковой. Таким образом Шулейкин, по выражению Молчанова, разлагал Кука на Угрюм-Бурчеева (абсолютная прямолинейность) и Васисуалия Лоханкина (сплошные метания). Чем ближе к желанному берегу, тем чаще на мачты корабля садились птицы и тем меньше становилась поисковая компонента и больше — детерминированная. Так и на десятой школе — рыскания входят в достаточно узкий конус, ощущение «вот-вот» явственно появляется.

Науки бывают разные. Одни развиваются бурно, в спорах и борениях, на виду у всего общества, обещая скорое и полное решение всех стоящих перед ним задач, но потом как-то незаметно сходят на нет. («Раньше мы думали, — говорил в Велегоже А. М. Молчанов, — что кибернетика — это реакционная лженаука. Теперь мы знаем, что все наоборот: не реакционная, не лже- и не наука.») Другие мужают медленно, но прочно. Думается, математическая биология — из их числа.

Что же касается «кентаврической темы», проходящей через все молчановские школы, тут у меня есть свое, личное мнение. Кентавров сегодня уже много, и они бывают двух видов — у одного лошадиная часть биологическая, у другого она — математическая. Вот таких «разновсадниковых» кентавров и надо соединять в пары — это будут диполи второго уровня, если угодно, бидиполи. Им-то и суждено достичь взаимопонимания вплоть до взаимослияния и тем осуществить давнюю школьную мечту.

Этой краткой, простой и безыскусной песней певца за сценой я и хочу закончить свой рассказ о юбилейной десятой Всесоюзной школе по математическому моделированию сложных биологических систем. ●