

**Выступление профессора Н. В. Тимофеева –
Ресовского на II Международном симпозиуме по
первичным и начальным механизмам биологического
действия ионизирующего излучения на клетку.
Ереван –1968 г.**

**Выступление профессора Н. В. Тимофеева–
Ресовского в Ереванском физическом
Институте – 1963 г. и в Ереванском гос.
университете – 1970 г.**

«В науке нет ничего хуже звериной серьезности, с которой разные авторы и разные лаборатории цапаются, забыв о том, что все они очень и очень далеки от действительного понимания интимных механизмов, управляющих процессами, ведущие какие-то более или менее примитивные наблюдения конечной реакции. Поэтому нужно культивировать разные точки зрения, но не нужно проявлять звериной серьезности и отсутствия юмора прежде всего к самим себе».

Н. В. Тимофеев-Ресовский

Н. В. Тимофеев-Ресовский:

–Мне очень жаль, что, по-видимому, в своем кратком докладе я выражался неясно. Мне кажется, то, что я и целый ряд других людей, стоящих примерно на той же точке зрения, хотели прежде всего подчеркнуть, –это злоупотребление в комбинации с этими двумя словами –попадание и мишень, –словом, «теория». Мы настаиваем, что это –принципы. Принцип попадания связан просто с природой излучений, с дискретной природой излучения, а принцип мишени, если хотите, опять –таки связан с дискретной гетерогенной природой облучаемого живого вещества. Это –принципы, а не теории. Теории строятся для объяснения частных случаев возникновения тех или иных определенных изменений или реакций на облучение. Наша точка зрения сводится к тому, что никакого противопоставления между этими частными теориями и принципами попадания и мишени не может быть. Это первое положение.

Второе положение: в целом ряде случаев нецелесообразно строить частные теории, не разобравшись, с точки зрения принципов попадания и мишени, с тем, что первично происходит, когда вы облучаете живое вещество. Вот это, в сущности, те исходные, совершенно определенные, точные и отнюдь не расплывчатые положения, из которых мы исходим.

Далее: мне кажется, что противопоставление между различными частными теориями и тем, что многие пытаются называть теорией мишени, а на самом деле следует называть принципом мишени, основано опять-таки на большом недоразумении. Я не думаю, что в наше время имеет большое значение говорить о таких неопределенных вещах, как, например, поражение клетки. Какое именно поражение? Каких именно клеток? Разные клетки в разных случаях поражаются по-разному. И изучать можно разные стороны поражения клеток. Если человек желает изучать определенную лучевую реакцию клеток, то, мне кажется, работа становится довольно неопределенной и бессодержательной, если не постараться привести в какое-то разумное и по возможности простое однозначное соответствие изучаемой реакции с некой мишенью, с тем, что именно изменяется, когда возникают единицы изучаемой реакции. Вот тут можно строить теории, объясняющие механизмы возникновения наблюдаемой к изучаемой клеточной реакции, применяя принцип мишени в тех случаях, когда это можно и разумно. То есть, когда это можно и разумно, то следует провести анализ первичных физических пусковых механизмов, инициирующих единицу изучаемой реакции.

Если же изучается клеточная реакция, которая по тем или иным причинам, или просто пока по нашему незнанию, или в силу самой природы вещей не поддается расчленению на однозначные единицы реакции, тогда принцип мишени просто трудно применить. Если мы не знаем, что же должно измениться для того, чтобы вызвать изучаемую нами реакцию, то, конечно, на этом разговор прекращается и всякий спор тоже прекращается. Зачем же спорить о том, чего не знаешь?

Если же это возможно, то тогда возникает иногда необходимость, иногда лишь возможность, а иногда не возникает возможности разобраться в первичных физических пусковых механизмах, лежащих в основе единицы реакции изучаемого эффекта облучения. И вот тогда, конечно, приходится неизбежно применять в своих рассуждениях оба принципа: принцип попадания, отображающий, как уже говорилось, дискретную природу излучений и их взаимодействие с веществом, и принцип мишени, отражающий гетерогенность клетки. Действительно, ведь если за единицу данной изучаемой реакции отвечают какие-либо макромолекулы, присутствующие в клетке в неограниченном количестве, или же уникальная внутриклеточная органелла, наподобие хромосомы, то это, как говорят в Одессе, две большие разницы. Это совершенно несомненно.

Следовательно, мне кажется, можно так сформулировать одно из существенных положений: там, где это можно и целесообразно,—а именно такие случаи имеют наибольшее аналитическое значение,—нужно стремиться найти первичное поражение или изменение, скажем более общо, первичное изменение каких именно внутриклеточных мишеней инициирует единицу изучаемой реакции. Где же это по тем или иным причинам невозможно,—ну, что ж поделаешь,—там остается такое с точки зрения биофизики ионизирующих излучений диффузное представление, с которым дальше многого не предпримешь. Это отнюдь не исключает того, что методами биохимии, методами экспериментальной клеточной физиологии можно изучать отдельные

звенья и череду звеньев тех реакций, которые характеризуют финальное изучаемое нами радиобиологическое явление. Но много большего здесь не сделаешь.

И, наконец, последнее, что мне хочется подчеркнуть. Мне кажется, что при изучении действия ряда сопутствующих факторов на основной изучаемый эффект облучения, часто упускают одну важную вещь, о чем я в своем докладе бегло упоминал: это механизмы миграции энергии попадания или попаданий в пределах некоего эффективного объема. Нужно всегда помнить, что те «комнатные условия», в пределах которых мы можем варьировать сопутствующие факторы, «комнатные условия», с точки зрения радиационного физика, не влияют на взаимодействие быстрых частиц с веществом, но они легко могут влиять на структуру физико-химическую, первичную, вторичную, третичную, четвертичную, если это касается, например, полимеров облучаемого вещества, и тем самым изрядно влиять на судьбу «возбужденных экситонов», а это не что иное, как определенная характеристика выхода реакции на единицу дозы. Я не вижу никакой проблемы и, собственно, никакого даже повода для дискуссий по поводу принципа попадания и принципа мишени. Это те общие принципы, с которыми нужно считаться во всех тех случаях, когда пытаешься разобраться в первичных физических пусковых механизмах, лежащих в основе часто очень сложных комплексных конечных наблюдаемых радиобиологических реакций, представляющих обычно те или иные цепи химических реакций, протекающих в клетке, связывающих первичное изменение с конечным эффектом.

Принцип попадания характеризует физическую природу излучений. Принцип мишени не только для клетки, а для чего угодно характеризует гетерогенность облучаемого вещества.

Если вы облучаете гомогенный простой раствор, то можете забыть о принципе мишени, потому что каждая из многих одинаковых молекул является мишенью. В тех же случаях, когда, как в живой клетке, вы имеете что угодно, только не гомогенный раствор, а чрезвычайно сложную архитектурную структуру, то это чрезвычайно существенно, и для того, чтобы строить действительные теории, необходимо прежде разобраться, первичные изменения каких именно специфических структур, иногда уникальных, иногда представленных в клетке немногими единицами, должны произойти для того, чтобы вызвать конечный наблюдаемый эффект. И вот в таких случаях мы говорим: о принципе мишени. Это и есть принцип мишени: отображение гетерогенности, неравнозначности микрогеометрических элементов облученного вещества. И тут, естественно, возникает целый ряд интересных вопросов и интересных других понятий, таких, как эффективный объем, миграция или транспорт энергии и всякие вещи, не бесполезные для аналитических целей, потому что можно, подбирая сопутствующие условия, в некоторых случаях выяснить, влияет то или иное условие на транспорт энергии или на структуру, например, на степень гидротации макромолекул, и тем самым изменяющих естественный эффективный объем. Так что, мне кажется, здесь все предельно ясно и понятно, и причины, и предмета для спора нет.

В. Н. Тимофеев-Ресовский:

– Ввиду отсутствия К. Г. Циммера, мне хочется внести небольшую поправку. Действительно, вы сослались на прекрасную работу Циммера, в которой он показал, что если взять формально s – образные кривые «доза–эффект», то в большинстве случаев нельзя, принимая соображения неизбежной ошибки опыта отличить целый ряд кривых одного попадания в несколько мишеней или несколько попаданий в одну мишень. Совершенно верно. Но это не есть какой–либо подрыв аналитического значения метода анализа кривых, потому что эту же проблему можно решить, используя опять–таки семейство кривых, полученных при варьировании физических параметров опытов. Эта работа Циммера была направлена против «перегибов» многих радиобиологов, которые занимались чисто формальным вычислением числа попаданий путем анализа только одной кривой «доза–эффект». Вот это нужно совершенно ясно себе представить.

И второе утверждение, что радиобиология сегодняшнего дня принципиально отличается от радиобиологии вчерашнего дня. Это не совсем правильно. С точки зрения принципа попадания и мишени радиобиология сегодняшнего дня, использующая целый ряд наших знаний из области молекулярной биологии клетки, требует особо тщательного применения теории мишени. В тех случаях, где мы тридцать лет тому назад могли говорить об абстрактных каких–то мишенях, мало заботясь об их конкретном физико–химическом и клеточно–морфологическом содержании, сегодня мы просто обязаны, если мы хотим развивать в дальнейшем теории механизма радиобиологического действия, заботиться прежде всего о достаточно однозначном определении природы тех мишеней, с которыми мы работаем. Эти мишени могут быть очень разнообразны. Они могут быть внутриклеточными мембранами; они могут быть липоидными опорными структурами, изменение которых может нарушать внутриклеточный метаболизм; они могут представлять собой определенные редкие внутриклеточные биологически активные молекулы; они, наконец, могут представлять собой уникальные управляющие структуры типа генов или хромосом и, может быть, кое–каких цитоплазматических структур. Так что это опять–таки не является предметом спора. Я еще раз подчеркиваю, здесь надо говорить не о теории мишени, а о принципе мишени. Если хотите, вы, биохимики, можете ввести новый термин. Теория мишени пригодна лишь для тех случаев, когда вы строите теорию, основанную на знании роли определенных структур–мишеней в определенной экспериментальной ситуации, т. е. когда вы облучением вызываете и изучаете определенную клеточную реакцию. Тогда, если хотите, можно говорить о теории мишени, но можно во избежание путаницы заменить этот термин другими словами.

В. Н. Тимофеев-Ресовский:

—Я согласен с предыдущим вопрошавшим. Мне кажется, вопрос этот почти бессодержателен, и вот почему. В общей форме говорить о радиочувствительности клетки, по-моему, вещь бессодержательная. Об этом можно долго разговаривать и ни до чего не договориться. Обыкновенно изучаются какие-то определенные реакции на облучение. Таковой может быть и гибель клетки, но смысл имеет, конечно, говорить о радиочувствительности по отношению к определенным наблюдаемым реакциям. При этом надо, однако, помнить, что такая однозначная реакция как гибель клетки, выражаясь медицински и теологически, неоднозначна. Убить можно и клетку, и человека разными способами. Это первое, на что я хотел обратить ваше внимание.

Второе, говорить о радиочувствительности клетки, некоей обобщенной клетки, опять таки довольно бессодержательная вещь. Из общей суммы радиобиологических опытов мы знаем, что разные клетки могут различаться по радиочувствительности, в смысле их гибели, по дозам на три порядка величин. Есть клетки, которые гибнут в достаточном проценте, если их облучить сотнями килорентген, а есть клетки, которые в таком же проценте гибнут, ежели облучить их сотнями рентген. Следовательно, говорить о радиочувствительности клетки, мне кажется, бессодержательное занятие. Есть одно такое эмпирическое обобщение, которое можно сделать из общей суммы радиобиологических опытов и наблюдений. По-видимому, мы имеем минимум три, если говорить о поражающем, ведущем в конечном счете к гибели и ноктивации эффекте, три типа клеток, особо различающихся по радиочувствительности. Во-первых, это делящиеся клетки; по понятным причинам тонкий сложный механизм митоза легче повредить и, тем самым, создать ненормальную череду клеточных поколений, причем большое число потомков клеток с поврежденными митозами будут повреждены настолько, что начнут гибнуть. Второе, и это связано с последними работами, в частности Ю. Д. Корогодиной по интерфазной гибели клеток. Тут намечается любопытное эмпирическое обобщение, что, по-видимому, клетки не делящиеся, но находящиеся в фазе интенсивной тканевой специализации, являются более радиочувствительными, чем клетки уже специализированные, или клетки до начала интенсивной фазы тканевой специализации. В клетке имеется ряд специфических процессов, нарушение которых, подчас даже очень незначительное, может повести, выражаясь кибернетически, к ерунде, не в качестве ругательного слова, а в кибернетическом смысле. И, наконец, можно сказать, что клетки, находящиеся в состоянии метаболического покоя, в той или иной степени радиогенеза радиорезистентнее таких же клеток, находящихся в фазах интенсивного метаболизма. Мне кажется, это понятная вещь. Дело в том, что клетки, находящиеся в состоянии покоя, например в семенах растений, могут обходиться в течение долгого времени без нужных механизмов метаболизма, которые иницируются всегда какими-то внутриклеточными управляющими системами, а при постепенном оживлении происходит набухание, наклеивание и прорастание покоящихся семян высших растений, многих спор и т. д. Процесс

метаболизации клетки происходит постепенно, и в этом процессе, может быть, имеет место восстановление недостающих в результате повреждения внутриклеточных частных управляющих систем, которые потом в состоянии справиться с нормальным темпом и типом внутриклеточного метаболизма. Я бы сказал, что такой, «с птичьего полета» обзор результатов радиобиологических исследований только и позволяет сделать подобного рода общие эмпирические обобщения. Рассуждать же очень широко, учено о причинах радиорезистентности клетки, повторяю, не столько бесцельный, сколько беспредметный вопрос. Он лишен предмета обсуждения. Беспредметным он остается, мне кажется, если не сформулировать вопроса о том, о каких лучевых реакциях идет речь. Если мы будем говорить о гибели клеток—великолепно... Тогда, мне кажется, что то, что мы сейчас можем сказать, это вот высказать,—я не ручаюсь, что я это делал достаточно полно,—несколько таких эмпирических обобщений, которые я позволил себе высказать. А конкретные отдельные случаи будут очень и очень различные. И это предмет специальных исследований для людей, у которых есть вкус к такого рода исследованиям.

В. Н. Тимофеев-Ресовский:

—Мне кажется, ежели хотите услышать точку зрения председателя, конечно, подобный симпозиум является той ареной, на которой можно обсуждать и дискутировать различные точки зрения. Но мне кажется, что здесь не место дискутировать специальные вопросы техники, методики и методологии экспериментов, в которых смыслят и которые действительно ответственно могут оценить полдюжины из присутствующих здесь. Это дело частных дискуссий. В конце концов методика экспериментов на том или ином объекте и извлекаемая тем или иным автором информация из этих экспериментов должны публиковаться, и тогда придерживающиеся другой точки зрения могут опубликовать также результаты своих экспериментов. А время, которое в научных дискуссиях, несомненно, играет роль, оно покажет, кто прав, кто не прав.

Я за то, чтобы дискуссию сейчас, может быть, продолжить, но против того, чтобы говорить нам, большинству присутствующих, о вещах, которое мы не можем все равно оценить критически.

Публикации—дело несколько иное. Публикации, во—первых, в основном служат для круга узких специалистов друг для друга. И из них, из этих публикаций, в конце концов выделяются более общие точки зрения, доступные более широкому кругу специалистов. Мне кажется, что все—таки есть вещи, которые, действительно, на непосредственной постановке опытов надо решать. Так делать или иначе делать. Так ставить опыт или не так ставить опыт. И это сейчас мы не решим, потому что для этого требуется хорошее знание объекта и хорошее знание деталей возможных вариантов опыта на данном объекте.

В сущности, действительно, можно быть специалистом, работающим по одному вопросу на одном и том же объекте, надо точно сговориться

об исходных понятиях, терминах, способах изображения результатов и обработки результатов. В этих случаях часто особых принципиальных разниц не возникает. Возникают, может быть, варианты в интерпретациях, которые иначе как, может быть, в рабочем порядке сравнением методов как применяемых в эксперименте, так и при обработке экспериментальных результатов не решишь. Во всяком случае, чисто словесно мы их вряд ли решим.

Теперь разные точки зрения были высказаны. И, в конце концов, насколько я понял по серости своей, свелось к тому, что никто не возражает против той точки зрения, которую, как мне известно точно, проповедует в последнее время В. И. Карогодин. Мне кажется, что и другие исследователи этой же точки зрения придерживаются, что довольно комплексные явления, наблюдаемые в сериях многовариантных экспериментов, трудно объяснить с помощью одной, несомненно упрощенной гипотезы, и что целесообразно на основании тщательного анализа как методики постановки серий многовариантных опытов, так и методики их изображения и извлечения из них информации, так сказать, стремиться к количественному выражению участия тех или иных консперируемых механизмов в создании того общего комплексного эффекта, который изучается. В этом смысле, может быть, вся дискуссия, происшедшая здесь, целесообразна, и мне кажется, что целесообразно в таких случаях не спорить о конечных словах, а если уж спорить, то с истоков спора договариваться об одинаковой формулировке исходных понятий, исходных положений и о методике как изображения опытных результатов, так и извлечения из них информации.

Тогда публиковать нужно, но достаточно кратко и ясно. К сожалению, в области экспериментальной биологии самых различных направлений часто делается одна важная методологическая ошибка: нарушается нормальный баланс между характером проведенных опытов и попыткой извлечь максимальную информацию. Совершенно ясно с общих методологических позиций, что каждый тип эксперимента может дать только определенное количество информации. Мне кажется, что при обсуждениях выводов очень существенно разграничивать между строгой информацией, даваемой экспериментом, и вносимых в конечную, словесную, так сказать, качественную интерпретацию результатов вот этой доли строгой информации и доли дополнительных точек зрения, которые так или иначе приукрашивают общую точку зрения того или иного автора или подчеркивают важность принятия во внимание той или иной точки зрения, того или иного положения или того или иного гипотетического утверждения.

Если в целом ряде опытов, сейчас ведущихся по количественному учету эффектов облучения на конечный какой-то результат: учет ли мотивации клеток, гибели клеток, выживания клеток, появления в определенных количественных соотношениях тех или иных форм реакций клеток, ну скажем, в форме образования разного типа колоний, микроколоний, макроколоний, которые скоро кончаются и т. д. Мне кажется, что очень важно разделять строгую, точную полученную информацию и что на нее накладывается в виде точки зрения авторов. Эти точки зрения авторов, конечно, целесообразны и полезны, потому

что каждая лаборатория, имеющая свою точку зрения, естественно, концентрирует внимание на определенных сторонах интерпретаций, а часто и на определенных типах постановки опытов, вносит чрезвычайно существенное в общее решение проблемы.

Мне кажется, что иногда нужно проявлять взаимный юмор. Но это моя точка зрения, которой я всю жизнь придерживался. В науке нет ничего хуже звериной серьезности, с которой разные авторы и разные лаборатории цапаются, забывая о том, что все они очень и очень далеки от действительного понимания интимных механизмов, управляющих процессами, ведущими к какой-то более-менее примитивной наблюдаемой конечной реакции, поэтому нужно культивировать разные точки зрения, но не нужно проявлять звериной серьезности и отсутствия юмора прежде всего к самим себе.

В. Н. Тимофеев-Ресовский:

—Человек до сих пор является, в основном, скорее разрушителем вот этих равновесных ценных биогеноценозов, причем обычно в такой форме, что приводит к обеднению биогеноценозов. Связано это с тем, что, естественно, люди до последнего времени не знали всерьез, что такое живой покров Земли и какова его значимость. Сейчас мы это знаем. Человечеству, хочет оно или не хочет, безразлично, придется примерно за три человеческих поколения заняться изрядной реорганизацией биосферы, связанной с необходимостью общего повышения биопродуктивности Земли.

Это связано отнюдь не только с проблемой пищевых запасов для людей. Живая пленка Земли, вот это любопытное равновесное состояние пары миллионов видов живых организмов, очень различных биологически, поддерживает в свою очередь в равновесном состоянии природные воды, т. е. те сложные растворы, которые являются природной водой, которые не просто H_2O , и поддерживает в равновесном состоянии особенно зеленую растительность, газовую смесь тропосферы; все атмосферы в конечном счете, но особенно тропосфера нас, практически, больше не интересует. Для того, чтобы человеку иметь нормальную воду и нормальный воздух для дыхания, необходима нормальная, полноценная работа биосферы Земли.

За последние полвека люди начали пытаться реконструировать, реорганизовывать свое живое окружение с переменным и, главным образом, отрицательным успехом, по той простой причине, что вот мы не знаем ни тех механизмов, которые поддерживают биогеноценоз в отношении некоего динамического равновесия в течение долгого времени.

Ну, кстати, для того, чтобы избежать придинок господ математиков разных школ... Разные математики—очень разные... Далеко не все математики согласны друг с другом. Это мы, биологи, давно уже постигли. Причем у них обыкновенно расхождения много принципиальнее, чем у нас. Так вот, может быть и такая штука. Мы не настаиваем на том, что уровень этот держится абсолютно одинаковым. Важно то, что имеется некое динамическое равновесие, может быть, сдвигающееся, может быть, не сдвигающееся векторизовано в какую-то сторону, а

затем имеется период относительно быстрой перестройки, ведущей к новому состоянию такого динамического равновесия. Так вот, мы не знаем и математики тоже не знают механизмов, поддерживающих это равновесие и нарушающих это равновесие так, что происходит относительно быстрый переход к новому состоянию равновесия.

Совершенно ясно, что до тех пор, пока мы этого знать не будем, всякая «трепатология» людей о том, что они хозяева Земли, что вот, мол, мы все можем, техника позволяет и будем перестраивать и природу, и прочее – это довольно гнусная и зазнайская «трепатология», которая, практически, обычно ведет к отрицательным результатам.

Если человек в комплексную систему, которую он не знает, случайно броунизированно что-то всунул, то добра от этого не бывает. А что там портит... И обыкновенно происходит вот такая история: быстрый переход к обедненному состоянию потревоженного человеком участка земной поверхности.

Так вот, теперь, чтобы закончить, я позволю себе кратко, провокационно, чтобы математики осваивались, позволить себе сказать, чего мы от них, математиков, хотим, и чего они нам не дают. Дело в том, что у математиков в последнее время тенденция считать так, что естественники, естествознание, собственно, сейчас целиком находятся в ихних математических руках. Что вот, мол, они все знают и очень точно. Ну а мы, так сказать, естественники, самые разнообразные, вплоть до физиков, на брюхе ползаем и ковыряемся в голой эмпирике. А на самом деле, по-видимому, к счастью, к счастью для человечества, я бы сказал, дело не так обстоит. Потому, если бы мир вдруг начал развиваться, вот с завтрашнего дня мы проснулись, и мир стал математическим, т. е. рациональным, как утверждают математики. Это была бы совершенно непроторимая белиберда. Понимаете, так сказать, некая противоестественная смесь всяких фазовых пространств, которые нормальному человеку обыкновенного пространства вовсе не оставили. И из этих фазовых пространств передвигающиеся там точки выпихивались бы в никуда. Это у математиков есть такой прием. Когда они доходят до ручки, то у них точки «выбегают» из фазового пространства. Так вот, каждый, кто встречался с математиками более-менее активно, может легко себе представить ту катастрофическую картину мира, которая возникнет в момент математизации нашей жизни и деятельности.

Так вот, чтобы вернуться на стезю полной серьезности... Математика, конечно все-таки – великая вещь! Ну что там говорить... Мы вот, эти самые брюхоползающие голые эмпирики, должны все-таки сознаться: с одной стороны, конечно, страх перед этим математическим миром, с другой, однако... Впрочем, они-душки, прямо-таки! Так в чем же они души? Душки они, так сказать, в прирученном состоянии. Т. е., когда они, почти ничего не зная, лезут командовать, «осмердохонько» конструируют свои фазовые пространства и системы нелинейных уравнений, понимаете, и прочую всекую белиберду, как говорится, человеку на благо потребностей, а человеком-это мы являемся. Так вот, какая, в частности нам, биологам, на эволюционном и биосферном уровне нужна математика. Она очень нужна. Нам, действительно, нужны модели. Дело в том, что большинство

происшествий не только в сложных биогеноценозах, но и в популяциях, ну, как говорят те же математики, когда они в хорошем настроении, не прозрачны. Это они так вот нас кроют в вежливых терминах—«наши дела не прозрачны». Действительно, надо сознаться, не прозрачны. И в популяции, и особенно в биогеноценозах мы имеем дело, сталкиваемся с взаимодействием в общем «чертовой прорвы» факторов всяких. И тут возникает две, мне кажется, чрезвычайно существенные задачи: во-первых, устранение не псевдо факторов не существующих или не существенных. Мы, по-видимому, склонны усложнять картину в значительной мере. Это вообще на известной стадии подходов к дивному окружающему нас миру людям свойственно. Так вот, это—первая задача, в которой, несомненно, математики должны будут принять участие, хотят или не хотят, так оно выйдет, ничего не поделаешь. Вот в какой-то переборке факторов и процессов, которые создают впечатление полной непрозрачности в тех общих явлениях, которые протекают в популяции и особенно в биогеноценозах. А затем, и в этом отношении я вчера немножечко разочаровался вчерашним днем... Видите ли, нам эти сложные системы, с одной стороны, приходится описывать, изучая их и аналитически с помощью всякой вонючей химии, всяких наук и прочее... Вот конкретные ситуации. С другой стороны, мы можем экспериментировать, но, экспериментируя даже с относительно простыми биогеоценозами, мы неизбежно, все-таки, имеем перед собой трудноконтролируемую, многофакториальную систему, какую-то многокомпонентную систему. И нам, практически, обычно не удается вычленишь в качестве варианты какой-либо один фактор для одной компоненты. Вот это могут математики в своих машинных моделях. Поэтому мне кажется, что одной из основных вещей, которую математики должны проделать... Для этого им нужны две вещи: по-видимому, машины много лучше вашей, значительно с большим объемом памяти и свойственная нам, биологам, скромность. Значит, не решать пока-что мировых задач. Нам их все равно не решить пока, да и без нас не решить. Вам вот этой, как у вас сейчас принято называть, информации, у вас маловато. Прямо надо сказать, маловато. Или, может быть, пока целесообразно воздержаться от решения мировых проблем, а ускорить их объединенными силами посредством создания математических машинных моделей, заведомо упрощая биогеоценозические системы, но такие, которые опять-таки пока не решают проблемы в пределе и бесконечности. Вы вот эти машинные биогеоценозы где-то в бесконечности или даже тогда, когда нас уже давно хватил инфаркт, это нам наплевать, чтобы они достаточно долго жили, чтобы можно было всласть поиграть с вариацией отдельных факторов, удерживая прочие в константном состоянии. Для этого почему я и упомянул убогость ваших машин. Конечно, вчера весь разговор был о популяции, состоящей из 120–150 особей. И разговор шел об эволюции в них. Это вымирающие зубры. Вчера был разговор больше о вымирании, а не об эволюции популяции. Двадцать факторов изучаются в популяции, состоящей из 120 зубров. Картина печальная. Это даже не Беловежская пуца, а Приобский заповедник в стадии прошлого года. Сейчас, говорят, там уже больше. Значит, нужно, конечно, большие популяции. Модели нас интересуют, в первую очередь, на больших

популяциях, чтобы пока исключить фактор флюктуации численности. Пока...

–Вы не отметите противоречия? Какой же смысл в моделях? (Вопрос участника конференции. Прим. редактора).

–Простите, у вас в моделях до сих пор этих противоречий тоже выгребай лопатой. Это не беда... Черт с ними... Если будет хуже, вы исправите, на то вы и математики.

–Значит, это нельзя исправить без учета флюктуации?

–Учитывайте... Значение флюктуации нужно отдельно изучить. Можно изучить значение N частиц в популяции. Можно в машине, машина это позволяет варьировать, вот если хотите, от пятидесяти зубров до пятидесяти тысяч зубров. Понимаете? И посмотрите, что при этом происходит при прочих равных условиях. Нас, во всяком случае, очень интересует возможность не данная нам, так сказать, в природных экспериментах в максимально чистой форме, без пределов и бесконечности, проработать макрофизическое более–менее заметное осязаемое влияние различных вещей, таких как: численность популяций, период флюктуаций, амплитуда флюктуаций, затем, те или иные давления тех или иных изоляций, которые можно вставить.

Вот вчера докладывалась интересная работа, где была вставлена определенная форма биологической изоляции вот с этим генотипом, который пролетал по всей машинной популяции. Это, конечно, изоляция, одна из форм биологической изоляции, именно физиологический тип биологической изоляции, который был введен. И вот целый ряд таких различных форм изоляций можно вводить будет в машинные популяции и числить их с тем, чтобы нам в первом приближении пока составить себе картину, я называю ее макрофизической, без всяких детальных внутренних механизмов, о том, что происходит с этими сложными системами, когда мы серьезно, заметно для себя, это всегда серьезно, но есть всегда грубое вмешательство, меняем компоненты и меняем давление факторов отдельных, давящих на популяцию. В этом отношении математики нам очень много могут помочь. И затем, конечно, я думаю, и в этом, может быть, особая роль отечественных математиков–перестройка сделанного или перевод сделанного, а сделано уже порядочно людьми. И не стоит только ругать. И Хол, и Райт, и Фишер проделали огромную работу и полезную работу. Но, по–видимому, ее нужно переводить на новые математические рельсы. Это очень большая работа, но требующая внимательного отношения. А у математики иногда бывает... Вот мое долголетнее сотрудничество и дружба с Максом Дельбруком началась со следующего: он теоретический физик, ученик Борна и Бора, и как–то появился у нас в коллоквиуме, послушал что–то об эволюции и сказал: «Ну это все вы белибердой занимаетесь, ведь от Борна и от Бора можно выразить количественно...» Подумав несколько дней, подсчитал, вычертил нам вот такую, всем известную тогда уже в течение 40–50 лет кривую от Бора. Но тогда я ему сказал, что это все очень хорошо, конечно, и это ценное достижение теоретической физики в области эволюции, но такие–то наработки с кривой давно есть. Он был крайне разочарован. Но потом всерьез принялся за дело и теперь, как известно, ведущий физиолог и вирусолог Америки. Мы его совратили с теоретической

физики. Ну у теоретических физиков тогда было такое спокойное время, им было трудно что-либо выдающееся сделать. А умницам из них не выдающееся делать не хотелось. Ну они и полезли в биологию, конечно. Иногда это бывает с представителями точных дисциплин. В точных дисциплинах трудно... головой думать надо.

Ну вот это примерно то, что я хотел предложить вашему вниманию. Я вначале сказал, что мне бы хотелось и спровоцировать немножко математиков, вот, в частности, Алексея Андреевича (Ляпунова-прим. ред.), о которым мы кооперируем в превеликой дружбе вот уже много-много лет. Но для того, чтобы эта кооперация была максимально плодотворной, время от времени надо цапаться, без этого никак не возможно, иначе пейзаж станет однообразен, скучен, уныл и все покроется моросейным мелким дождичком. Чтобы этого не было, нужно ругаться время от времени...