



# Отбор Лучшего Друга

**Людмила Николаевна Трут – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник Института цитологии и генетики СО РАН (Новосибирск). Награждена орденом «Знак почета», серебряной и золотой медалями ВДНХ, Лауреат премии имени Н. И. Вавилова (1982), заслуженный деятель науки РФ (2005)**

*На фото – Л. Н. Трут с domestцированной лисицей на экспериментальной звероферме ИЦиГ СО РАН (Новосибирск). 2012 г. Фото В. Коваля*

**Ключевые слова:** Л. Н. Трут, Д. К. Беляев, эволюция, естественный отбор, дестабилизирующий отбор, domestциация, лисица, собака.  
**Key words:** Lyudmila Trut, Dmitri Belyaev, evolution, natural selection, destabilizing selection, domestication, fox, dog



*Эксперимент по domestциации лисицы, задуманный выдающимся российским генетиком-эволюционистом Д. К. Беляевым и осуществляемый в новосибирском Академгородке, признан одним из крупнейших экспериментов XX в. В эволюционной же биологии он просто не имеет прецедентов как по масштабу (свыше 60 тыс. животных и более полувека самоотверженной работы), так и по полученным результатам. Академику Беляеву и команде энтузиастов, в первую очередь его преданной ученице и последовательнице Л. Н. Трут, удалось «сделать» из лисы собаку всего за полвека, тогда как для приручения волка потребовалось 15 000 лет!*

*Уникальному эксперименту новосибирских генетиков посвящено множество научных публикаций и научно-популярных фильмов. В 2017 г. к 100-летию академика Беляева в издательстве университета Чикаго (США) вышла научно-популярная книга *How to tame a fox (and build a dog)* («Как приручить лису (и сделать из нее собаку)»), авторами которой стали профессор Л. Н. Трут и известный американский биолог и популяризатор науки Ли Дугаткин. В 2018 г. это англоязычное издание было удостоено премии Американской ассоциации содействия развитию науки в номинации «Лучшая книга о науке для молодежи». Людмила Николаевна поделилась своими воспоминаниями о времени и событиях, сопровождавших начало эксперимента по domestциации лисиц, принесшего новосибирским генетикам мировую известность*

**Л**ису, которая первая принесла потомство, живя рядом с человеком, звали Пушинка: действительно похожая на комочек пуха, она была самой ласковой из тысячного поголовья. Мартовским утром 1975 г. вместе с Людмилой Николаевной Трут она «переехала» в небольшой домик на территории экспериментальной лисьей фермы в новосибирском Академгородке, специально оборудованный для совместного проживания человека и животного. Ученые очень переживали за нее: стрессовые условия освоения новой экологической ниши никогда бесследно не проходят для животного.

Первый день в новом доме Пушинка провела в беспокойстве. В природе лисицы, ожидающие потомство, обычно затихают в гнездах до появления на свет щенков. Гнездо Пушинке оборудовали в отдельной комнате, но лисица не лежала на месте, ничего не ела и все бегала, бегала... Ближе к вечеру в гости заглянула дочь Людмилы Николаевны вместе со своей подругой, и девочки решили остаться ночевать. Свободное место нашлось только на полу, и пока они укладывались спать, лиса продолжала нервничать. Но каково же было удивление всех присутствующих и вместе с тем облегчение и радость, когда Пушинка ночью выскользнула из своей комнаты, юркнула под одеяло к девочкам и, свернувшись клубком, уснула...

И это только одна из множества удивительных историй, в которых эта невероятно ласковая и дружелюбная лиса проявляла свой собачий характер. Например, нового сторожа, который пришел знакомиться с новоселами, она встретила отрывистыми звуками, очень похожими на собачий лай.

В ночь, когда по всем приметам должны были родиться щенки, в доме дежурила Людмила Николаевна. Сначала Пушинка затихла, потом послышался писк. И первое, что сделала лисица, – притащила в зубах голого, еще мокрого лисенка и плюхнула его на холодный пол прямо у ног человека, где так любила сидеть. Испугавшись, что щенок простудится и погибнет, Людмила Николаевна отругала Пушинку, взяла лисенка на руки и отнесла обратно в гнездо, куда следом отправила и мать. К тому времени ученые уже



знали, что иногда ручные лисицы проявляют материнскую агрессию и не позволяют брать в руки новорожденных, а тут мать сама принесла им своего детеныша!

Через некоторое время все повторилось вновь, а потом снова и снова... Бороться с лисой было бесполезно. В конце концов Людмила Николаевна постелила рядом с собой теплую подстилку, и Пушинка перетащила туда всех своих щенков. Стало ясно, что все это время в ней боролись две мотивации: стремление быть рядом с детьми и желание не расставаться с человеком. В результате она выработала новую стратегию поведения, совместив «несовместимое» для дикого животного. Только после этого Пушинка спокойно улеглась и начала кормить щенков.

Такие эксперименты по совместному проживанию человека и животного необходимы для того, чтобы ускорить эффект доместикации. Лисицу, которая всю жизнь проводила в изолированной клетке и имела ограниченные контакты с людьми, нужно было освободить из неволи. Группа ученых, возглавляемая академиком Д. К. Беляевым, решила, что было бы хорошо хотя бы часть уже отобранных особей поселить рядом с человеком. Ведь у волка в начале его превращения в собаку были совсем другие условия: животные сами делали выбор, жить или не жить им около стоянок первобытных людей. И Пушинка свой выбор сделала.



Л. Н. Трут с ручной лисицей. 2012 г. Фото В. Ковалея

а лиса в зверосовхозе, несмотря на хорошие условия содержания и кормления по научно-разработанным нормам и рационам, плодится только один раз в год, в марте. Каким же образом волк в процессе его эволюционного превращения в собаку утратил свойства сезонности размножения?

Тогда Беляеву пришла идея, что главную роль в начале процесса превращения волка в собаку сыграл естественный отбор по поведению: «одомашнивались» и начинали жить рядом с человеком только те животные, которые терпимо к нему относились. И в каждом следующем поколении появлялись все более толерантные особи. А потом свою роль начал играть искусственный отбор, бессознательно проводимый человеком. Впоследствии ему на смену пришел искусственный отбор, сознательно направленный на специфические свойства поведения.

По мнению Дмитрия Константиновича, именно такой отбор по поведению привел к изменению не только самого поведения, но и физиологии и морфологии волка. Но все это были теоретические размышления, тогда как факты канули в историческое прошлое. А что если экспериментально воспроизвести самый ранний этап доместикации? И пусть на первых порах эта идея выглядела утопической, эволюционный эксперимент начался.

Будущий академик начал работы по селекции толерантных к человеку лисиц еще в начале 1950-х гг. в эстонском зверосовхозе. В 1958 г. по приглашению директора-организатора Института цитологии и генетики СО АН СССР Н. П. Дубинина он приехал в строящийся новосибирский Академгородок, где организовал отдел генетики животных и стал заместителем директора института.

Тогда даже здание института еще не было построено, не говоря уже об экспериментальном хозяйстве и собственной звероферме. Но Дмитрий Константинович не хотел медлить, понимая, что работа предстоит длительная, соизмеримая с продолжительностью человеческой жизни. Но рядом был Алтай, где располагался крупнейший зверосовхоз «Лесной», в котором работали асы звероводства: директор зверосовхоза, заслуженный деятель отрасли В. А. Четыркин и главный зоотехник, заслуженный деятель отрасли С. А. Илларионов. Они очень положительно отнеслись к планируемому Беляевым эксперименту и помогли организовать на базе своего зверосовхоза опорный пункт ИЦиГ. Именно туда и отправились первые «эстонские» лисы, к которым потом добавлялись дружелюбные к человеку животные с других зверосовхозов. И лишь десять лет спустя животные наконец переехали в Академгородок, на свою к тому времени построенную звероферму.

### Москва-Академгородок-Алтай

Беляев иногда приезжал на кафедру высшей нервной деятельности биофака МГУ, обсуждал с ее профессором Л. В. Крушинским планируемый эксперимент и возможность подбора кадров из толковых и надежных выпускников. В то время он еще работал в Центральной научно-исследовательской лаборатории пушного звероводства в Москве, а жил в поселке Удельный. Туда студентки курса Людмила Трут со своей одногруппницей Тамарой Бондаренко и отправились как «толковые и надежные».



Л. Н. Трут с ручной лисицей. 1974 г. Фото из архива Л. Н. Трута

### Как все начиналось

Дмитрия Константиновича Беляева всегда занимали эволюционные загадки доместикации. В частности, хорошо знакомый с практикой разведения пушных зверей, он все время сравнивал лисицу с ее ближайшим родственником – собакой, удивляясь, почему даже голодная и бездомная собака приносит потомков чаще одного раза в год,





Беляев сначала экзаменовал будущих ученых: спрашивал, знакомы ли они с лисицами, как будут отбирать из многих тысяч тех, кто станет основателями новой популяции ручных животных, и т. п. Рассказав о своем проекте, он предложил оформить девушек как сотрудников института сразу после окончания университета. И хотя формально им еще нужно было познакомиться с Дубининым, все решил Дмитрий Константинович.

Людмила Николаевна с детства любила четвероногих, особенно собак, и всегда считала, что ее работа должна быть с ними связана, чтобы получать от нее настоящее удовольствие. Поэтому она уезжала в Новосибирск с легким сердцем: не было сомнений, что поступает правильно. Сейчас она уверена, что ей выпала редкая удача: еще даже не закончив учебу, она уже получила свою первую научную задачу, которая предопределила всю ее дальнейшую жизнь. А вот ее одногруппница впоследствии вернулась в Москву, не выдержав нелегких условий работы.

Вплоть до 1967 г. большую часть времени Людмила Николаевна проводила в зверосовхозе «Лесной» на Алтае, где велась работа по отбору «дружелюбных» лисиц. Важным был самый холодный период года, январь-февраль – время подбора репродуктивных пар, подсадки и спаривания, когда требовалось постоянное

Л. Н. Трут в новом здании Института цитологии и генетики АН СССР, строительство которого началось лишь в 1962 г. Фото из архива ИЦиГ СО РАН

присутствие специалистов. Приходилось постоянно ездить из Академгородка на Алтай и обратно. Поезд «Бийск–Томск» останавливался на станции Сеятель, но оттуда еще нужно было добираться до дома и института: транспорт ходил нерегулярно, а в сильные морозы его вообще могло не быть. В одни из таких морозных утренних часов ей пришлось очень долго простоять на остановке. Как вспоминает профессор, мысль была только одна: если доберется до института, то сразу же напишет заявление об уходе. Промерзла Людмила Николаевна тогда до самого сердца! Но подкатила какая-то машина, всех собрала и по домам развезла. А там уже ждали мама с дочкой, муж – напоили, накормили, и желание все бросить сразу исчезло.

Эксперимент по domestikации лисиц был начат в непростое для генетики время: гонения на эту «лженауку» в СССР продолжались вплоть до 1964 г., до отставки Н. С. Хрущева, и все это время институт находился под угрозой закрытия. Сам Дубинин в январе 1960 г. был фактически снят с должности директора, и академику

М. А. Лаврентьеву удалось отстоять лишь свое право на выбор кандидатуры нового директора, которым и стал Д. К. Беляев. Только благодаря их усилиям институт удалось сохранить.

Позже, уже в тяжелые «перестроечные» 1990-е гг., когда начались серьезные проблемы с финансированием, остро встал вопрос о сохранении экспериментальной лисьей фермы. Ученые уходили вечером с работы и не знали, будут ли их питомцы живы утром...

Собачий хвост, пегость, короткие лапы и еще целый ряд внешних признаков отличают domestikцированных лисиц от их диких сородичей. Фото В. Коваля

## Когда доброта – в генах

Суть эксперимента – в отборе наиболее дружелюбных родителей, от которых получались еще более дружелюбные потомки, и так далее. За все прошедшие годы для получения потомства было использовано около 10 тыс. животных, от которых было получено не менее 50 тыс. щенков.

Ученые были уверены, что преобразование поведенческих характеристик идет на генетическом уровне,

на стр. 75





**ЭВОЛЮЦИЯ НА ЗВЕРОФЕРМЕ**

«Синдром одомашнивания» – так называют комплекс внешних и внутренних признаков, свойственных домашним животным независимо от их вида и даже рода, но крайне редко встречающихся у их диких родственников. Этот феномен, открытый еще Чарльзом Дарвиным, сразу стал загадкой, которая не укладывалась в рамки искусственного отбора. Например, белые пятна на разных участках тела («звездочки» на лбу, «чулочки» на лапах) – в природе необычная окраска меха и узоры на шкуре часто играют роль камуфляжа, но зачем это той же корове? Какая польза была человеку от висячих ушей, хвостов-«бубликов», укороченных морд и другие «детских» черт во внешнем виде и поведении их одомашненных животных? Тем не менее все эти «бесполезные» признаки сохранялись в процессе многовековой стихийной селекции.

Но что если все эти изменения в характеристиках животных являются лишь побочными эффектами отбора, направленного на совсем другие свойства? Начиная свой беспримерный в истории науки эволюционный эксперимент, Д. К. Беляев исходил из того, что ответ на все вопросы появления домашних животных дает их определяющая характеристика – отсутствие страха по отношению к человеку. Предки одомашненных животных, как и современные дикие звери, в большинстве своем должны были убежать в страхе или нападать при приближении человека. При этом животные, жившие в тесном контакте с людьми, имели более надежный доступ к пище и были лучше защищены от хищников. В результате особи, которые благодаря врожденным свойствам не испытывали агрессии по отношению к человеку, получали преимущество и выживали.

Другими словами, здесь мы имеем дело все с тем же естественным отбором, только уже с новым вектором, направленным на сохранение особей с вполне определенными поведенческими реакциями на главный фактор новой среды – человека. Беляев предполагал, что именно отбор по поведению мог быть движущей силой domestikации животных, а гены, контролирующие поведение, должны обладать крайне широким спектром плейотропного (множественного) действия на самые разные признаки организма (Belyaev, 1969; Беляев, 1972). Изменение вектора давления отбора могло привести к активации «спящих» генов и проявлению ранее скрытой изменчивости, что давало основания считать, что одомашнивание может происходить гораздо быстрее, чем согласно стандартной интерпретации теории Дарвина.

И действительно, целенаправленный отбор на несвойственное диким животным дружелюбное поведение по отношению к человеку вызвал у лисиц настоящий всплеск изменчивости поведенческих, физиологических и морфологических признаков в русле «синдрома одомашнивания». Как выяснилось, в основе этой изменчивости лежали генетические изменения важнейших регуляторных систем индивидуального развития организма, и прежде всего – ослабление активности гипоталамо-гипофизарной надпочечниковой системы, ключевого звена в гормональной регуляции реакций организма на стресс.

Генетическая основа всех этих согласованных морфологических и физиологических изменений продолжает изучаться (Трут и др., 2013). Их причиной может быть «генетическое сцепление»: отбор по генам, контролирующим поведение, должен неизбежно действовать и на соседние гены, расположенные на той же хромосоме, в результате чего все они будут наследоваться совместно в череде поколений. С другой стороны, может иметь место и «генная плейотропия», как и предполагал Беляев: «поведенческие» гены могут вовлекаться в контроль других жизненно важных регуляторных процессов. Подтверждением этому служит та же «неотения» (задержанное развитие), характерная для домашних животных,



Фото В. Ковалю

которая наблюдается у ручных лисиц. В любом случае результаты уникального domestikационного эксперимента позволили Беляеву выдвинуть совершенно новую концепцию дестабилизирующего отбора как специфической формы движущего отбора. (Belyaev, 1979). Суть ее в том,

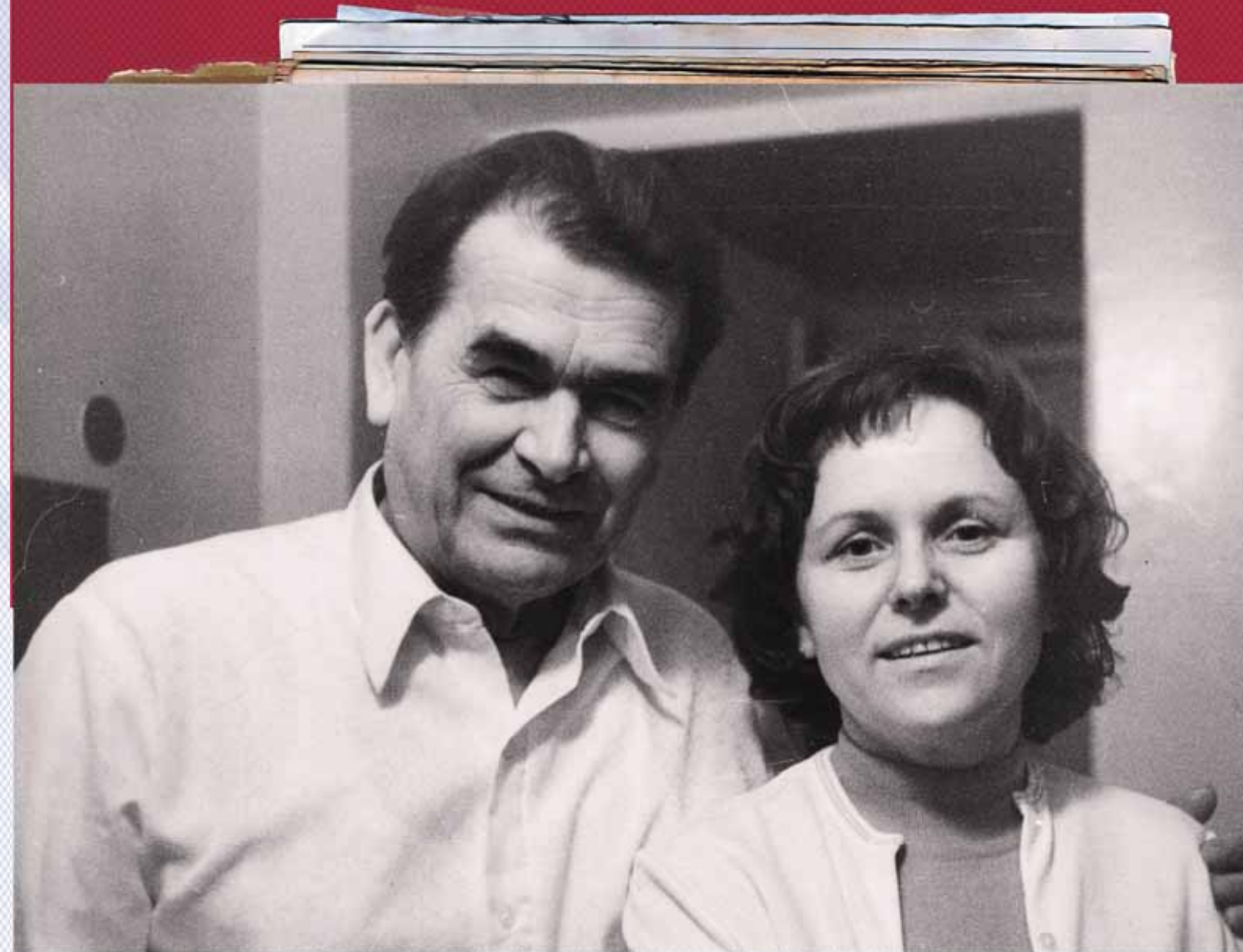
что гены, отвечающие за поведение, выполняют в организме регуляторную функцию по отношению ко многим другим генам, поэтому отбор в этом направлении вызывает, вместе с изменением поведения, дестабилизацию индивидуального развития животного и появление целого комплекса новых признаков, не имеющих отношения к поведению. «Домestikация подобна катаклизму. В ее условиях взрыв формообразования и направление по новым путям

происходят благодаря тому, что расшатываются гомеостатические системы, созданные предшествующей эволюцией, и из запасов мобилизационного резерва извлекаются глубоко запряженные формы генетического материала (дремлющие гены). <...> Эксперимент с одомашниванием позволяет заглянуть в потенциальные возможности вида. Любую такую возможность наука способна, если надо, реализовать» (Беляев, Трут, 1982)





Фото В. Коваля



Академик Д. К. Беляев и д. б. н. Л. Н. Трут. Фото из архива ИЦиГ СО РАН

но, тем не менее, возникали мысли, что на этот процесс могли влиять и другие факторы: особенности внутриутробного развития, условия в раннем детстве, общение с матерью. Чтобы проверить некоторые из этих предположений, исследователи решили подсадить *бластоцисты* (эмбрионы на самых ранних стадиях развития) из матки «одомашненной» матери (*донора*) в матку беременной агрессивной лисицы (реципиенту), и наоборот. Когда у агрессивной матери-реципиента появился первый смешанный помет и щенки достигли возраста, когда они могут покинуть гнездо и самостоятельно передвигаться по клетке, приехал Беляев. Его очень интересовали щенки с генетически разными поведенческими характеристиками, рожденные и выращенные одной и той же матерью.

Беляев остановился у клетки, в которой жили те и другие лисята, и долго наблюдал за их поведением.

Как вспоминает Людмила Николаевна, это действительно была удивительная картина! Жаль, что тогда у ученых не было видеокамер, и они не могли запечатлеть этот исторический момент. Первыми вылезли цветные щенки – родные дети агрессивной матери. Они еще не могли толком и ходить, но сразу стали огрызаться и сторониться людей. Вслед за ними появились «приемные» черненькие лисята, которые выросли из эмбрионов, пересаженных от «ручной» матери. Они жалобно скулили, виляли хвостиками и шли прямо к человеку! Разница в поведении была разительной...

Беляев просто глаз оторвать от них не мог. А потом сказал: «Какие же еще нужны доказательства, что осуществляется генетическая трансформация поведения вида *Vulpes vulpes* (лисы) в поведение *Canis familiaris* (собаки)!».





### ОТБОР ПО ПОВЕДЕНИЮ У ЧЕЛОВЕКА?

В 2003 г. в одном из писем к Л. Н. Труту американский антрополог Р. Рэнгем писал: «Наши сегодняшние представления об эволюции человека находятся под сильнейшим влиянием вашей работы по domestикации лисиц». Рэнгем считал кандидатом на роль предка человека примата с фенотипом не шимпанзе, а бонобо (карликового шимпанзе), который удивительно близок австралопитеку. Различия же между шимпанзе и бонобо оказались почти идентичны различиям между ручными и дикими лисицами. Прежде всего, бонобо эволюционировали в более миролюбивом направлении, в своего рода «ручную форму» шимпанзе. Возможно, самые ранние предки бонобо могли попасть в экологические условия, в которых было сильно давление отбора против внутригрупповой агрессии в пользу миролюбия и кооперации. Это могло вызвать выявленный у бонобо комплекс физиологических и морфофизиологических изменений, сходный с таковыми у ручных лисиц.

По мнению Рэнгема, «с тех пор, как появился *Homo sapiens*, у нашего вида, также как и у домашних животных, уменьшаются половой диморфизм, размеры лицевого черепа и зубов и толщина костей конечностей». Сам Беляев так писал об этом процессе: «...изменение центральной системы нейрогормональной регуляции автоматически влекло за собой резкое изменение признаков и функций, стабилизированных в предшествующей эволюции. В этом смысле отбор по свойствам и функциям мозга в процессе эволюции человека вызывал такую же широкую изменчивость, так же сильно повышал темп формообразования, как это имеет место в процессе domestикации животных» (Трут, 2007)

Может ли лисица вернуться в свое изначальное состояние – снова стать агрессивной, если начать отбор в обратном направлении? Категоричного ответа дать нельзя, хотя вопрос этот в свое время занимал ученых. Профессор Трут считает, что звери прошли точку невозврата и в прежнее положение вернуться не могут. Среди лис, участвующих в эксперименте, всегда находились особи, которые по поведенческим характеристикам не проходили в элиту, но отбирались для дальнейшей селекции по важным хозяйственным признакам. Однако, несмотря на это, они во многих поколениях оставались ручными. По мнению Людмилы Николаевны, то, что лисица приобрела в процессе селекции, она сохраняет и в дальнейшем.





7 августа 2017 г. состоялось торжественное открытие памятника, приуроченное к 100-летию со дня рождения академика Д. К. Беляева. В центре скульптурной композиции – выдающийся генетик-эволюционист, которому «дает лапу» одомашненная лисица, объект его уникального эволюционного эксперимента. Автор художественной концепции А. Харкевич (Новосибирск). Скульптор К. Зинич (Красноярск)

На следующий день после родов Пушинки на лисью ферму приехал академик Беляев. Услышав поразительную историю, он, хлопнув по столу ладонью, сказал: «Мы обязательно когда-нибудь напишем научно-популярную книжку обо всех удивительных явлениях, какие мы наблюдали в нашем уникальном эксперименте». К сожалению, через десять лет академик Беляев скоропостижно скончался, так и не осуществив свое намерение.

Более трех десятилетий спустя такая книга вышла в издательстве Университета Чикаго (University of Chicago Press) – крупнейшем университетском издательстве США. Как и мечтал Д. К. Беляев, в ней описывались разные этапы эксперимента: что, как и когда происходило, как менялось отношение лисы к человеку. И конечно, в ней затрагивались судьбы людей, тесно связанных с этим долгосрочным проектом, и в первую очередь сложная судьба его ключевой фигуры, Дмитрия Константиновича Беляева, дальновидного ученого, харизматичного лидера и просто доброй души человека.

Конечно, была идея издать эту книгу в России, в СО РАН. Много усилий в этом направлении приложил профессор П. М. Бородин. К сожалению, пока это получилось сделать только в США, что, кстати, служит демонстрацией иного отношения к науке в этой стране, где большой интерес к научным достижениям проявляют даже люди, от нее далекие. Однажды сотрудникам ИЦиГ СО РАН, которые приехали в США на конференцию, довелось попасть на экскурсию в музей. Там их встретила бабулечка-экскурсовод, которая знала не только про существование новосибирского Академгородка, но и про «чудную ручную лисичку», которую здесь вывели, – она прочитала об этом в научном журнале!

На сегодня в Америке уже продано свыше 17 тыс. экземпляров книги *How to tame a fox (and build a dog)*. Еще 4 тыс. заказала Американская ассоциация содействия развитию науки (AAAS), издатель авторитетного научного журнала Science, – эти экземпляры будут бесплатно распространяться по школьным библиотекам.

Эксперимент, который начался шестьдесят лет назад, продолжается до сих пор. И хотя основные результаты по отбору «одомашненной» элиты были получены уже к началу этого века, лисья ферма в новосибирском Академгородке существует и поныне. Людмила Николаевна теперь общается с лисами редко, но на ферме трудятся молодые специалисты. Проблема в том, что, хотя определенная изменчивость в поведении животных обнаруживается и сейчас, с точки зрения поведенческих критериев, какими пользовались раньше, все эти лисы уже элитные.

Нужны новые критерии для отбора. Для дальнейшего прогресса требуется как можно больше животных переместить в новую экологическую нишу – поселить вместе с человеком. Но когда подобный эксперимент проводился с Пушинкой, ученые из группы Беляева сутками не уходили с работы. В наши дни людей, готовых работать в таком режиме, практически не найти.

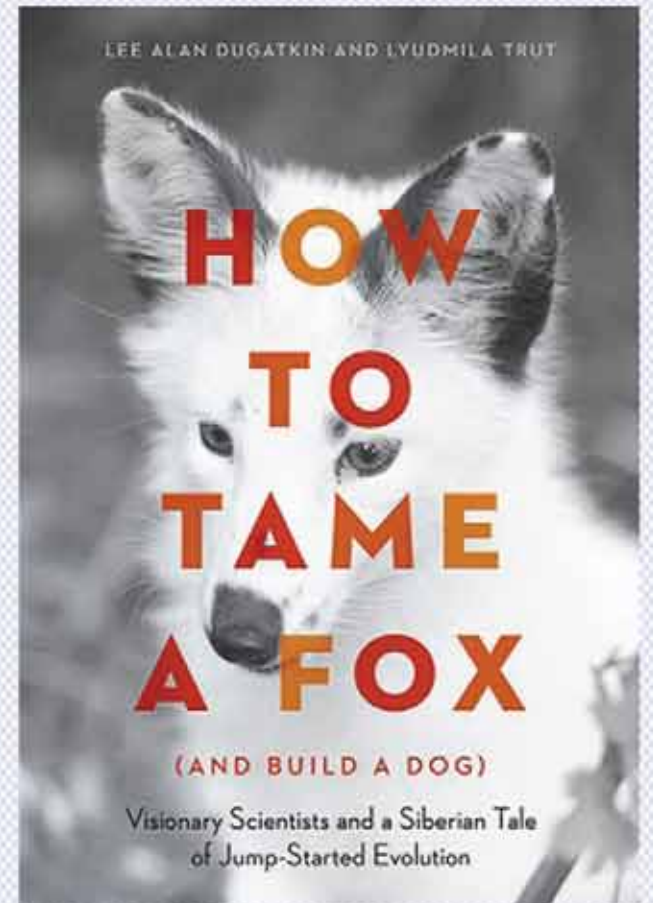
#### Литература

Беляев Д. К., Трут Л. Н. От естественного отбора к искусственному: чудеса селекции // Наука в СССР. 1982. № 5. С. 24–29, 60–64.

Беляев Д. К., Трут Л. Н. Конвергентный характер формообразования и концепция дестабилизирующего отбора / В кн.: Вавиловское наследие в современной биологии. М.: Наука, 1989. С. 155–169.

Беляев Н. Д. Дмитрий Константинович Беляев. Штрихи к портрету // НАУКА из первых рук. 2017. Т. 74. № 2–3. С. 128–141.

Трут Л. Н. Эволюционный эксперимент // НАУКА из первых рук. 2007. Т. 14. № 2. С. 60–63.



Полное название книги, изданной в 2017 г. в американском издательстве *University of Chicago Press*, красноречиво и максимально информативно. В переводе на русский оно звучит так: «Как приручить лису (и сделать из нее собаку). Ученые-мечтатели и сибирская сказка о скачкообразной эволюции»

