

ГЛОБАЛИСТИКА И ФУТУРОЛОГИЯ

Генетическая инженерия: технологические возможности, социальные перспективы, этические проблемы*"Круглый стол" ученых*

В беседе, состоявшейся в редакции "ОНС", приняли участие: **Светлана Александровна Боринская** - младший научный сотрудник Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, **Леонид Иванович Корочкин** - доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, зав. лабораторией молекулярной биологии развития Института биологии развития им. Н. Кольцова РАН, **Евгений Семенович Платонов** - кандидат биологических наук, зам. директора Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, **Александр Евгеньевич Седов** - доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, **Николай Казимирович Янковский** - доктор биологических наук, зав. лабораторией анализа генома Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН.

Вел беседу зам. главного редактора "ОНС" **Акоп Погосович Назаретян**. Материал подготовила к публикации редактор отдела **Л.Ф. Пирожкова**.

А.П. Назаретян: Предметом широкого социального интереса стали ныне работы по генетической (в частности, геной) инженерии и генетике развития, лабораторные манипуляции с клетками и эмбрионами. Появились даже сообщения о клонировании первого человека. Вам, специалистам в этих областях, я хотел бы задать ряд вопросов.

1. Существуют ли, с точки зрения специалистов, какие-либо инструментальные, технологические пределы возможностей в этих направлениях?

2. Каких можно ожидать в этой связи социальных последствий и может ли в принципе цивилизация развиваться далее без таких технологий?

3. Видите ли вы здесь какие-то этические проблемы? Можно ли противостоять предполагаемым опасностям?

Е.С. Платонов: Не думаю, что могут существовать строго очерченные пределы технологическим возможностям в биологии. Как мы видим, эти возможности постоянно расширяются. Вот свежий пример. В феврале 1997 года шотландский исследователь Ян Вилмут сообщил сенсационный результат, к которому он и его соавторы шли долгое время. Им впервые удалось клонировать взрослый организм, используя в качестве донора клеточное ядро, происходящее из культивируемых клеток молочной железы взрослой овцы. Этот результат взбудоражил не только научный мир, но и общественность. Он породил очередной всплеск интереса к технологиям, которые развиваются сегодня в генетике, в том числе в геной инженерии, в генетике развития и др. Следует заметить, что первый всплеск интереса общественности к проблеме клонирования приходится на начало 1950-х годов: Р. Бриггс и Т. Кинг в то время впервые получили в опытах на амфибиях результаты, указывающие на возможность

клонирования организмов позвоночных из их отдельных клеток. В конце 1960-х годов Дж. Гёрдон удалял ядра из оплодотворенных яйцеклеток (икринок) лягушек и помещал в них ядра из клеток некоторых органов взрослых лягушек; в нескольких таких опытах удалось получить все стадии развития: зародыш, головастик, а затем и маленькую лягушку, причем того вида, ядро которого было пересажено в икринку. Затем неоднократно пытались экспериментально клонировать и млекопитающих. Но в 1981 году эти попытки прервались - безрезультатно и даже скандально. Автором сенсации был К. Илменси, опубликовавший в журнале "Cell" статью, из которой следовало, что ему удалось получить клонированных мышей, пересаживая в яйцеклетки ядра клеток раннего зародыша. Увы, его исследование в дальнейшем не было подтверждено, и даже появились сообщения, что полученные данные были фальсифицированы. Тем не менее эти работы привлекли внимание ученых в разных странах. Подобные исследования велись и в нашей стране. Была разработана серия подходов для совершенствования технологии клонирования. Однако большинство исследователей сошлись во мнении, что в первую очередь нужно решать проблему потенциальности соматических клеток, т.е. способности генома клеток различных тканей зародышей или взрослого организма обеспечить развитие целого нового организма.

Н.К. Янковский: Хочу пояснить для неспециалистов. Речь идет о том, что в исходной клетке, из которой образовался организм (в том числе и мы с вами), содержится вся совокупность наследственной информации. И любая соматическая клетка, т.е. клетка нашего тела, тоже содержит наследственную информацию. Равноценна ли она той информации, которая содержалась в исходной клетке - оплодотворенной яйцеклетке? В принципе, да. Любая клетка тела содержит всю информацию о целом организме. Но эта информация заблокирована. Поэтому в обычных условиях ядро такой клетки не способно становиться программой развития целого организма. Как теряется и как сохраняется потенциальность клеток, когда она теряется и насколько сохраняется при развитии и дифференцировке клеток в отдельных органах? И обратима ли она - сохраняется ли в дифференцированной клетке способность к развитию из нее целого организма? Вот это и надо исследовать.

Е.С. Платонов: Этим и занялись большинство исследователей. А интерес собственно к клонированию резко упал. Одним из тех, кто продолжил заниматься клонированием, был Ян Вилмут. В своих работах он использовал в качестве модельного объекта овцу и получил первый обнадеживающий результат: овцы оказались более подходящими для подобной работы, чем лабораторные мыши. Все, кто работал с мышами, зашли в тупик: потенциальность клеток у мыши исчезает на самых ранних этапах развития, на стадии двух клеток. У овцы же она сохраняется достаточно долго - до стадии 64-128 клеток. Тем не менее остается открытым вопрос: способны ли дифференцированные соматические клетки взрослого организма вновь "запустить" свой геном для воспроизведения целого нового организма? Большинство исследователей убеждены: нет, не способны. Доказательством тому служат результаты работ многих лабораторий.

Л.И. Корочкин: Вспоминается такой эпизод. В 1973 году мне довелось принимать участие в Международном генетическом конгрессе, который проходил в США, в прекрасном университетском городке Беркли. Российская (тогда советская) делегация немного запоздала. Мы прилетели ночью, поспать не удалось, позавтракали и пошли на конгресс. Нас встретили полицейские с автоматами, со всею строгостью проверявшие документы участников. Мы недоумевали - в чем дело? Оказалось, что студенты, прознавшие о намерении генетиков обсуждать проблему клонирования, пообещали расправиться с учеными. Вскоре поблизости собрался митинг, появились листовки, в которых генетиков клеймили позором и обвиняли в стремлении клонировать В. Ленина, А. Гитлера, И. Сталина, Мао Цзэдуна...

Пришлось организаторам конгресса выступать с разъяснениями по радио, телевидению, в газетах. Закончилось все благополучно: студенты пригласили участников на пикник, где были мирное застолье, интересные беседы и тосты за мир и дружбу, а также за процветание генетики!

Потом журналисты раздули сенсацию из опытов Илменси, которые впоследствии оказались некорректными. Должен сказать, что программа по разведению млекопитающих клонированием разрабатывалась еще в 70-е годы и в моей лаборатории, в Институте цитологии и генетики СО АН. Мне даже пришлось выступать с докладом на эту тему на одной из сессий ВАСХНИЛ в Москве в 1974 году. Мы сразу же пришли к выводу, что трансплантация чужого ядра бесперспективна и предпочтительнее слияние яйцеклетки и соматической клетки той особи, которую планируется клонировать. Наша работа развивалась довольно успешно, однако вскоре ее перестали финансировать, и она постепенно была прекращена.

Мне кажется, нынче вокруг этой проблемы опять поднимается много шума из ничего. Думать о каком-то практическом значении клонирования животных рано. Да и говорить о том, что будут получены абсолютно точные копии, преждевременно. Процесс индивидуального развития крайне сложен, каждый ген имеет определенные границы варибельности (так называемую норму реакции). Известны ведь случаи своеобразного естественного "клонирования" - однояйцевые близнецы. При всем колоссальном сходстве они имеют и различия, в некоторых парах немалые и при этом независимые от воспитания.

Так что я, хотя никогда не был консерватором, не разделяю мнения тех специалистов, которые считают, будто все технические детали проработаны и в ближайшее время начнется поточное клонирование животных, а там, глядишь, и человека. Полагаю, все это временная "страсть". Шум поутихнет, работа, вероятно, будет продолжаться, но революционизирующих науку и технику результатов ожидать не следует. Тем более, что нынче наука стала весьма прагматичной: финансируются преимущественно те исследования, от которых ждут существенного выхода в практику. Как мне представляется, работы по клонированию, имеющие бесспорный теоретический интерес, для практической медицины или сельского хозяйства ничего существенного не дадут. Да и в выводах Вилмута коллеги сомневаются: возможно, он клонировал клетки эмбриона, плававшие в кровотоке вымени беременной овцы - донора ядер.

Н.К. Янковский: Вообще для многоклеточных организмов способность отдельной клетки образовывать целый новый организм весьма обычна. На растениях технология, базирующаяся на этом, применяется в массовом порядке. Это сейчас обычный биотехнологический прием. Если, скажем, выведен какой-то новый сорт, то хлопотно размножать его семенами. Легче взять любой лист, а из него - необходимое количество клеток, и из каждой получить целый организм. Так получают нужные варианты в нужных количествах. А с животными так пока не получается, хотя технологии разрабатываются. У растений вообще вегетативное размножение - норма. Это у человека оно почти утрачено. Почти - потому, что случаи вегетативного размножения все же есть. Ведь при оплодотворении - как только мужская и женская половые клетки сливаются - образуется первая клетка нового организма, и она уже, строго говоря, - соматическая. Но иногда она делится, и получаются две клетки, каждая из которых дает начало новому организму. Так получаются близнецы. Формально говоря, это - вегетативное размножение. У некоторых животных такая форма размножения осуществляется постоянно. Например, у броненосца все детеныши из одного помета - это генетически идентичные близнецы: они происходят из нескольких клеток, которые образовались в результате последовательных делений первой клетки, получившейся при оплодотворении. Вегетативное размножение - это одна из стадий размножения.

А.П. Назаретян: А можно ли сказать, что независимо от того, насколько досто-

верна информация о первом клонированном человеке в Японии, в принципе эта проблема - чисто техническая? Что человека можно точно так же клонировать - не сегодня, так завтра?

Н.К. Янковский: Несомненно.

Л.И. Корочкин: Я с этим не согласен и думаю, что человека не удастся клонировать ни сегодня, ни завтра, ни послезавтра. О том, почему так думаю, я уже говорил. Этические проблемы здесь, бесспорно, существуют и уже обсуждаются, причем достаточно активно. Известна бурная реакция по этому поводу зарубежной общественности, а также Президента США Б. Клинтона. Опасности все же могут быть. Нашелся же в США сумасброд, обещавший, несмотря ни на какие запреты, клонировать за большие деньги людей! Обещание свое он едва ли выполнит, а вот вред здоровью легковверных принести может.

А информация о первом клонированном человеке, скорее всего, недостоверна. Вероятно, напутали журналисты. Ведь писали же они после упомянутых работ Дж. Гёрдона, будто ему удалось клонировать лягушку просто из клетки кишечника! А на самом деле из клетки кишечника Гёрдон брал лишь ядро и в дальнейшем развитии такого организма огромную роль играло содержимое цитоплазмы икринки.

Е.С. Платонов: Тем более обидно и просто стыдно, что нашлись такие сумасброды и у нас. Кто бы мог подумать - в Государственной Думе! После того как в Комитете по геополитике прошли слушания о проблемах и перспективах клонирования, где все без исключения ученые высказались против применения клонирования у человека даже в обозримой перспективе, руководители этого Комитета (из фракции ЛДПР) стали активно искать исследователей, согласных в короткие сроки решить эту задачу. Как сообщила газета "Известия" (№ 35 от 25 февраля 1998 года), средства, и немалые, функционеры ЛДПР готовы изыскать. Следует напомнить, что уже в мае 1997 года Генеральная ассамблея ВОЗ приняла решение, что использование клонирования для размножения человеческих индивидов является этически неприемлемым и противоречит человеческой морали.

А.Е. Седов: Это еще раз подтверждает: "история учит тому, что она ничему не учит", а "новое - это хорошо забытое старое". Прискорбная жажда некоторых ответственных деятелей скорее клонировать себе подобных - пример не только безответственности, но и вопиющего невежества. Мы обсудим сегодня, почему и "злонамеренная порча" человека через его гены и тем более массовое тиражирование таких "скорректированных" индивидов не осуществимы в обозримом будущем, а вероятнее всего, даже в принципе.

Социальные, психологические, этические проблемы именно такого массового "тиражирования" человека (зародышей и взрослых людей - генетических копий-двойников) еще в 1932 году предвидел и описал О. Хаксли, родственник известного дарвиниста Т. Гексли, в виде развернутой притчи - фантастического романа-антиутопии "О, дивный новый мир!". Эта книга давно и очень хорошо известна большинству зарубежных читателей, а несколько лет назад издана и на русском языке. По ее сюжету, основа существования некоего будущего тоталитарного государства — это клонирование людей-близнецов на специальных фабриках с последующей жесткой "дрессировкой" растущих там эмбрионов, а затем и получающихся из них детей. В те далекие годы пишу для души и ума Хаксли дали не только становление социализма и фашизма, но и опыты Г. Шпемана, который еще в начале века сумел разделять клетки самых ранних зародышей амфибий так, что из каждой такой клетки развивался целый организм. Именно эти опыты и были самым первым шагом к методикам клонирования. А насколько длительна и богата событиями их история - уже говорилось.

Е.С. Платонов: Мне представляется, что желание некоторых "горячих голов" призывать к клонированию людей вновь оживляет порочные идеи раннего периода развития евгеники - о селекции людей с "особенно ценными" геномами. Теперь говорят не столько о селекции, сколько о клонировании.

А.П. Назаретян: Но клонирование - это еще не генная инженерия. Что можно искусственно сделать при "производстве" (рождении) человека? Можно ли сделать так, чтобы родился мой двойник, но, скажем, без плоскостопия или с другим цветом глаз? Каковы здесь пределы?

Е.С. Платонов: В этом случае жестких технологических запретов, я думаю, нет...

А.Е. Седов: Здесь необходимо пояснить, что же называют клонированием и какие новые знания и умения (методики) биологов могут вызывать надежды и тревоги в обществе. Клонированием называют все методы направленного размножения генетического материала бесполом путем, в результате деления одной клетки. Современные биологи умеют клонировать отдельные выделенные участки ДНК (в частности, гены) и получаемые из них комбинации, вводя их в живые клетки и затем эти клетки размножая, или же клонировать клетки целиком, с их нетронутыми генетическими программами — геномами. Размеры геномов на три-шесть порядков больше, чем размеры клонированных фрагментов ДНК, и их генетические тексты гораздо сложнее. Так что этот термин означает две группы биотехнологий - логически сходных, но охватывающих генетические структуры и процессы двух различных масштабов и уровней.

На первом из этих уровней - при клонировании участков ДНК - направленно вносят те или иные наследуемые изменения в определенные участки генетического материала, создают новые их комбинации, а затем наблюдают, как они размножаются и работают в различных клетках и организмах. Это - генетическая (и, в частности, генная) инженерия. К ней относят и "крупноблочные перекраивания" генома — хромосомных наборов, и отдельных хромосом, во многих случаях полученные методами классической генетики, без выделения ДНК из клеток. Зародившаяся в начале 1970-х годов генная инженерия - это разнообразные манипуляции с выделенными из клеток фрагментами ДНК, как с осмысленными текстами. Эти тексты так или иначе изменяют, встраивают их в векторы (специально сконструированные ДНК, способные размножаться в живых клетках) и вводят эти векторы в живые клетки и организмы для того, чтобы изучать, как "отредактированные" гены и их комбинации размножаются и работают. Таковы технологии клонирования участков ДНК в составе рекомбинантных ДНК - новых комбинаций генетических текстов.

Генетики уже умеют "прицельно" выделять и размножать многие конкретные генетические тексты, заменять в них определенные "буквы"-нуклеотиды, "сшивать" новые работающие генные сочетания - конструкторы из разных фрагментов ДНК-текстов (порой принадлежащих нескольким чрезвычайно разным организмам). У нескольких экспериментальных объектов (кишечной палочки, дрожжей, дрозофилы, шпорцевой лягушки, мыши) иногда удается даже так встраивать конструкторы в определенные места их собственных генетических программ, что эти "нововведения" передаются потомству. Эта процедура называется трансгенозом. Работы по трансгенозу на человеке не производят: это аморально. Но здесь есть перспективы для генотерапии - медицинской генетики будущего.

А второй уровень - это клонирование целых клеток. Здесь клонируют "нетронутые", целые геномы многоклеточных организмов, манипулируя целыми клетками и их совокупностями. Это техника клеточной, тканевой и эмбриональной инженерии - от имплантации отдельных клеток (в частности, яйцеклеток и зародышей - в матку) до имплантации целых тканей и органов как зародышам, так и взрослым организмам. Здесь задачи генетиков состоят в том, чтобы понять, как же работают многочис-

ленные собственные гены организма при его развитии. Иногда оба уровня сочетают. И на обоих уровнях исследований клонирование просто необходимо, чтобы изучать регуляцию работы различных конкретных генов и их блоков (как естественных, так и "перекроенных" - модельных) в различных целых геномах, клетках и организмах. Это — путь к решению главных проблем биологии развития многоклеточных организмов: генного контроля межклеточных взаимодействий, дифференцировки клеток, формообразования. Все эти техники необходимы и в прикладных целях - для изучения множества болезней (включая рак), старения и других фундаментальных жизненных процессов.

Н.К. Янковский: Вы знаете, здесь количество переходит в качество. В дело вступает собственно геновая инженерия - ставится вопрос об изменении наследственной информации. Предположим, человек - дальтоник, не различает цветов. В его генетическом тексте достаточно заменить одну букву. Общая же длина всего генетического текста человека больше 3 млрд букв. Одну букву заменить можно. Сейчас бурно развивается такое направление в науке, как генотерапия. Оно разрабатывает способы целенаправленной замены генетического материала в нужном месте. Но это предельная цель, экстремальная. Такая замена будет происходить с частотой на три порядка меньшей, чем многие другие события, которые приводят к изменению генетического материала, большинство из них будут даже не нейтральными, а вредными. То есть если вы хотите, чтобы борода из черной стала рыжей, то появится, возможно, один человек с "заказанной" бородой. Но вдобавок - еще тысячи индивидов, половина которых будет отягощена разного вида уродствами. Вот такая плата.

Л.И. Корочкин: Я согласен с Янковским и полагаю, что в этой ситуации возникнут многочисленные этические проблемы, не всегда легко разрешимые. Ведь речь идет об экспериментальном вмешательстве в развитие человека, а это всегда вызывает дискуссии.

При этом нельзя не считаться с существующим законодательством и религиозными устоями общества.

А.П. Назаретян: Я ведь не о практическом приложении. Что можно сделать из исходного материала в принципе, технологически?

Н.К. Янковский: Дело именно в постановке вопроса. Количество переходит в качество, и разумное соотношение этих переходов вряд ли будет когда-нибудь практически достижимо. Вариантов событий слишком много, и поэтому задача практически невыполнима. Скажем, так: мы с вами, будучи особями одного вида и одного пола, по этим самым 3 млрд букв различаемся в каждой трехсотой. То есть между нашими генетическими текстами около 10 млн различий. Чтобы превратить меня в вас или наоборот, надо исправить в 3 млрд букв 1 млн. Здесь количество и качество имеют абсурдное соотношение. Объем работы таков, что никогда не будет технически достижим. Вообще, зачем из одного человека делать другого? Смысла нет.

А.П. Назаретян: А из одного генома сделать другой геном - с заданными свойствами?

Н.К. Янковский: Если речь идет о единичном свойстве. Да, мы знаем, каким образом оно генетически контролируется; знаем в некоторых случаях, как конкретно можно его изменить. Например, в случаях многих наследственных болезней.

А.П. Назаретян: Сможет ли в принципе это делать геновая инженерия?

Е.С. Платонов: В медицинской практике, мне кажется, чаще возникает проблема

лечения (компенсации) проявлений наследственных аномалий или выраженных наследственных патологических предрасположенностей у конкретных людей, а не у их будущих потомков. В литературе появляются публикации с обнадеживающими результатами. В частности, в США больным, страдающим тяжелыми формами варикозного расширения вен нижних конечностей, которых готовили к операции, ввели некий ген, контролирующий локальный рост кровеносных сосудов. В результате у 80% операцию было решено отменить: стали бурно развиваться мелкие сосуды, которые в значительной степени компенсировали основные проявления этой болезни. Если сообщение достоверно, то мы имеем удачный пример медицинских возможностей генной инженерии.

А.П. Назаретян: Я все-таки хотел бы услышать о технических пределах таких возможностей. Видите ли вы их в генной инженерии, в целенаправленном изменении генома?

Н.К. Янковский: Есть другие задачи — более быстро достижимые и имеющие более явный эффект для общества. В рамках программы "Геном человека", которая сейчас является самой большой биологической программой в мире, предполагается охарактеризовать более 90% всех тех мутаций - спонтанных изменений в генетических текстах, - которые приводят к наследственным болезням. Их можно диагностировать уже на ранних стадиях беременности, когда еще можно ее прервать. Уже более 20 лет в клиниках развитых стран применяется амниоцентез: из матки беременной женщины берут околоплодную жидкость и из нее извлекают свободно плавающие клетки плода пренатально (т.е. до его рождения). Эти клетки размножают в культуре и исследуют разнообразными биохимическими и молекулярно-генетическими методами. В дальнейшем есть перспективы анализировать клетки плода без амниоцентеза: такие клетки есть в кровотоке матери, и их удается вылавливать даже из небольшого количества крови, взятой из пальца беременной. Вот это, по-моему, многое даст уже в течение ближайшего десятилетия. Уже сейчас таким образом генетики умеют распознавать около 200 из 4 тыс. известных наследственных болезней человека. А появится возможность в каждом случае беременности, для каждого плода делать полные описания по всем известным мутациям. Для этого не нужно даже узнавать, чем болели родители. Просто, зная мутации, характерные для данной группы населения, можно будет изучать их характер в ДНК и их биохимические проявления в клетках плода, и все их тестировать. Новорожденным можно будет выдавать паспорта, в которых заранее может быть указано, чем человек будет или не будет болеть, к чему он будет иметь склонности, способности и т.д. Но это уже важная этическая, а не только медицинская проблема.

А.П. Назаретян: Можно ли в принципе по заданию делать людей, скажем, приспособленных к космонавтике? Например, чтобы была значительно меньше потребность в кислороде?

Н.К. Янковский: Все, что можно сделать, будет находиться в пределах той нормы реакции, которая нам суждена как виду. Эта норма реакции уже реализована у разных людей. Надо просто выявить тех, у кого налицо искомый признак. Это гораздо проще.

А.Е. Седов: Кстати, в упомянутом романе-притче О. Хаксли, клонируя и воспитывая своих индивидов, "общество" изошренно управляет их развитием именно для их оптимальной "профорIENTATION" (психофизиологических адаптации к тем или иным планируемым для них профессиям), причем лишь в пределах их норм реакции, без изменений в генетических программах. Однако даже это приносит жуткие "плоды", "воспетые" и осмысленные автором.

А.П. Назаретян: А почему бы не расширить признаки вида, т.е. не создать признаки, которые до сих пор виду присущи не были? Это возможно?

Н.К. Янковский: Ответ на Ваш вопрос дает известный закон гомологических рядов наследственной изменчивости, сформулированный Н. Вавиловым. В принципе кое-какие можно. Так, у собак получали окраску тигра.

Л.И. Корочкин: Сейчас широко используются в биологии так называемые трансгенные животные, т.е. такие животные, в геном которых с помощью генно-инженерных и эмбриологических методов введен чужеродный ген или гены от других видов. Можно также какой-то регулирующий развитие ген перенести в необычное место, что иногда приводит к удивительным результатам. Например, у мушки дрозофилы глаза развиваются не только на обычном своем месте, но и на крыльях, на брюшке и в других необычных местах.

А.П. Назаретян: А можно ли выйти за пределы нормы реакции?

Н.К. Янковский: Существуют мутации, которые меняют норму. Она становится шире. Можно придать какие-то новые признаки организму путем пересадки генов. Гены возникли задолго до того, как разошлись животные с растениями, и потому они "пересаживаются" сравнительно легко - в любых направлениях.

Е.С. Платонов: И тем не менее ограничиться внедрением любого единичного гена - это улучшать ход часов ударом молотка. Его работа в составе "нового" ядра должна четко кооперироваться с целой системой работающих или до определенного времени выключенных генов, чтобы не нарушить развитие и жизнедеятельность организма.

Л.И. Корочкин: Не всегда. Бывает, что чужие гены хорошо приживаются и могут быть полезными. Если мы имеем организм с мутацией гена, которая лишает его продукт ферментативной активности, то внедрение в геном потомков нормального гена может быть полезным.

С.А. Боринская: Позвольте провести такую аналогию. Чтобы в научную лабораторию внедрить импортный прибор - чтобы он там работал - мало его просто поставить. Оказывается, что винтики нужны к этому прибору, смазочное масло специальное и т.д. Целая технология. Нельзя просто взять центрифугу и внедрить ее в другую техническую культуру. Или автомобиль-иномарку - если в стране нет станций техобслуживания, то хозяин намучается с поддержанием автомобиля в рабочем состоянии. Это то, о чем мы сейчас говорим. Так, если взять гены фотосинтеза и ввести их в геном человека, то человек не позеленеет и не станет использовать солнечную энергию для синтеза глюкозы. Чужой ген может работать тогда, когда он соответствует "технологии" организма, в который его ввели.

А.Е. Седов: Даже телевизор вряд ли можно улучшить электронными деталями, взятыми из пылесоса. А ведь генетические системы на много порядков сложнее этих приборов!

Вообще-то о подобных чудесах люди размышляли с древности: вспомним сфинксов, кентавров, грифонов, русалок, химер на готических соборах... Но реальные химеры - генные и клеточные - созданы нашими коллегами лишь недавно, при жизни нашего поколения (если, конечно, в каких-либо древних забытых цивилизациях не умели делать чего-либо подобного). Причем различные фрагменты ДНК, взятые из очень разных, эволюционно далеких друг от друга организмов, можно рекомбинировать и сочетать в одном геноме, а изредка и заставлять работать вместе в живой

клетке. Однако целые клетки эмбрионов разных организмов удается совместить в одном развивающемся эмбрионе только тогда, когда эти организмы относятся к одному виду или к очень близким видам (изредка даже родам, например зародыши овец и коз). Кстати, методики "смешивания" нескольких эмбрионов близких видов в один мозаичный эмбрион и называются мифологически - созданием аллофенных химер.

Е.С. Платонов: Конечно, на этом ведь и базируются уникальность и специфичность отдельных организмов, их способность противостоять чужеродному. Если же появляется задача преодолеть существующие биологические барьеры, то необходимо четко знать, какова в этом необходимость и каковы социальные последствия подобных манипуляций. Тем не менее рождение клонированной овцы Долли очень важно для формирования взвешенного общественного мнения. Ее появление поставило проблему сохранения "генетической индивидуальности" человека в разряд актуальных проблем, стимулировало широкое обсуждение этических аспектов научной деятельности. Ну, а реальное клонирование животных остается очень важной, интригующей задачей, которая, увы, еще далека от своего решения. Думаю, основных успехов подобные работы достигнут в XXI веке. Пока же важно, чтобы данные Вилмута были подтверждены другими исследователями. Затем должен быть увеличен выход живых клонированных животных при использовании ядер культивируемых клеток от взрослых организмов. А главное - необходимо понять, какие процессы контролируют утрату соматическими клетками способности обеспечивать полное развитие нового организма, как этим управлять и почему у некоторых видов животных такая способность утрачивается очень рано.

Л.И. Корочкин: На мышках-то пока не получается!

Е.С. Платонов: Действительно, именно у мыши - наиболее удобного и наиболее изученного лабораторного животного - клетки утрачивают потенции к формированию целого организма на самых ранних этапах развития. Думаю, именно поэтому особых успехов в этом случае достигнуто не было. Тем не менее работы по клонированию мышей значительно продвинули наши знания о проблеме клонирования млекопитающих на методическом и методологическом уровнях.

А.П. Назаретян: Давайте перейдем к следующему вопросу - о возможных социальных последствиях. Сейчас естественный отбор в значительной степени заблокирован, и от поколения к поколению люди становятся все менее здоровыми.

Н.К. Янковский: Это не так. Существует закон Харди-Вайнберга, который гласит: если в большой замкнутой популяции нет отбора и других внешних направленных воздействий на набор ее генов, то частоты всех мутаций остаются постоянными в каждом поколении (включая и мутации, приводящие к развитию болезней). Такими они были и будут. Отбор может быть в какой ситуации? Предположим, СПИД распространился бы на 90% населения Земли. Тогда выживали бы и размножались бы те люди, которые генетически устойчивы к нему. Это был бы отбор. И человечество выжило бы, потому что таких людей - по их абсолютному количеству - было бы много. Если бы даже 99,9% людей погибло от СПИДа, то оставшихся было бы достаточно, чтобы создать новую популяцию. Но доля их мала. Поэтому СПИД, безусловно, - проблема для всего человечества. Земля образовалась 4,5 млрд лет назад, клеточные формы жизни - 3,85 млрд лет назад. Хордовые и, в частности, позвоночные - мы к ним относимся - возникли 550 млн лет назад. А человек как вид образовался лишь около 100 тыс. лет назад. Это крошечный отрезок на оси времени. С тех пор мы - человечество - по своим генетическим возможностям почти не изменялись. И такими мы будем всегда - если не суждено

почему-либо образование нового вида из вида "человек". Для популяции - группы особей, которые могут составлять разнообразные семейные пары, - частоты всех болезней постоянны.

А.Е. Седов: Однако известны популяции людей с высокими частотами тех или иных испорченных генов - например, глобинов. Сочетание массовой пренатальной диагностики с пренатальной селекцией - ранними и безболезненными абортами - дало бы возможность "почистить" генофонды таких популяций.

Н.К. Янковский: Но ведь, с другой стороны, абсолютно генетически здоровых людей нет! Посмотрев пренатально, всякого человека можно "запретить". Где семья и общество проведут эту границу? Это проблема вообще этическая.

С.А. Боринская: А основная часть генетических нарушений отсеивается еще до рождения ребенка - гибнут эмбрионы. Если есть серьезное нарушение, то эмбрион не развивается.

Н.К. Янковский: Бесплодие часто генетически задано. Прежде чем поделиться, клетка проверяет, нет ли в ней какого-нибудь генетического повреждения. Если клетка обнаруживает, что имеет такое повреждение, которое она не может исправить, то она включает специальные гены клеточного самоубийства. Генов таких несколько. Они служат для проверки копирования наследственной информации - готовности клетки к тому, чтобы разделить и образовать две дочерние клетки.

А.П. Назаретян: Если я вас правильно понял, накопление генетического груза - это надуманная проблема.

Н.К. Янковский: Нет, существует, конечно, огромное количество мутаций, возникающих при химическом или при радиационном воздействии. Но все это в первую очередь — проблемы данного организма, лишь во вторую - его непосредственного потомства, и в гораздо меньшей степени - следующих поколений.

С.А. Боринская: Генетическое постоянство популяции, о котором упомянул Николай Казимирович, является, в частности, результатом действия отбора. Благодаря мощному "фильтру", ликвидирующему генетические дефекты еще в период эмбрионального развития, тот генетический груз, который накопило человечество за 100 тыс. лет, ничтожен.

Н.К. Янковский: Все-таки и после рождения "пробивается" достаточно много мутаций, проявляющихся в наследственных болезнях. Многие из таких мутантов дают еще потомство. Например, болезнь Альцгеймера начинает проявляться лишь в пожилом возрасте, хотя это - дефект конкретного гена, и потому она запрограммирована уже в яйцеклетке. Оставляя потомство, носители таких генных дефектов успевают передать ему больные гены прежде, чем они проявятся у них самих.

А.Е. Седов: И в случае болезни Альцгеймера пренатальная диагностика и селекция помогли бы: эта болезнь - прогрессирующей распад связей между нейронами в головном мозгу, приводящий к стремительному необратимому распаду личности. Кстати, гены, мутации в которых вызывают эту болезнь, в прошлом году смогли клонировать (в значительной степени наши с вами соотечественники-коллеги). Значит, скоро смогут обнаруживать дефекты у ранних зародышей, а может быть, даже и "усмирять" проявления их дефектов на генном уровне. Намечаются подходы и к другим тяжелым наследственным болезням нервной системы, например к хорее Гентингтона...

С.А. Боринская: Хочу еще сказать о генетическом грузе. Разнообразие человечества обеспечивает его способность адаптироваться к различным условиям. Если же всех делать одинаково "идеальными", то эта способность к адаптации исчезнет.

А.Е. Седов: На эту тему есть поучительный урок в истории генетики. Мы все знаем, что в фашистской Германии практиковалась самая жесткая и жестокая программа негативной евгеники - массовый направленный геноцид, причем не только по расовому признаку. Истребляли также слабоумных и вообще людей с психическими дефектами. Геноцид аморален. Но, казалось бы, было некое рациональное зерно в том, что фашисты истребляли своих олигофреников, эпилептиков, маньяков, тяжелых шизофреников. Они верили, что в результате этого их собственная нация будет умнее, особенно потомки. А ведь в смягченной форме негативная евгеника практиковалась и в Скандинавии, и в США - соответственно в течение 30 и 60 лет. Там умственно и психически дефектных лиц не уничтожали, но принудительно и безболезненно стерилизовали. И в основе всех этих действий лежали представления о генетическом грузе.

Однако исследования, проведенные после войны в США, показали, что в отношении психического здоровья людей эта концепция не только безнравственна, но и глубоко ошибочна. Американские генетики изучили вглубь до четвертого-пятого колена генеалогии людей из большой случайной выборки на предмет явных тяжелых психопатологий и такую же процедуру проделали с большой выборкой разных великих людей - за различные заслуги помещенных в справочник *"Who is who"*. И оказалось, что в родне у великих людей таких патологий в три с лишним раза больше, чем в среднем по популяции. А это значит, что если, например, запретить эпилептичке зачать и родить от шизофреника, то человечество может лишиться будущего нового гения - музыканта, художника, изобретателя или ученого. Природа сама знает, кому появляться на свет, и биологические законы проявляются сами - в любви и в выборе брачных партнеров.

А.П. Назаретян: Если я правильно вас понял, практически для общества генетические и эмбриональные технологии не составляют ни особой необходимости, ни особой проблемы.

Н.К. Янковский: А разве была у общества потребность открыть, скажем, рентгеновские лучи или генетическую рекомбинацию? Не было такой потребности. Все, что создает наука, оказывается в конечном счете полезным. Общество систематически находит применение тому, что наука порождает в результате собственной логики развития. Может ли общество без каждого отдельного открытия прожить? Если бы не открыли - прожили бы.

А.П. Назаретян: С вашей точки зрения, какие проблемы из тех, что встанут перед человечеством, без генетической инженерии разрешиться не смогут?

Е.С. Платонов: Самые разные. Во-первых, это проблемы ранней диагностики и лечения наследственных аномалий. Во-вторых, возможности и задачи трансплантологии в расширенном понимании. Затем потребности фармакологии, сельского хозяйства и т.д.

А.Е. Седов: И, в-третьих, профилактика рождений явных уродов с помощью пренатальной диагностики. Тут, конечно, встанут морально-этическая и религиозная проблемы. Какого возраста должен быть эмбрион, чтобы его считать человеком, а аборт - убийством? С зачатия? Но ведь некоторые (к счастью, немногие) генные

болезни - это стопроцентный приговор еще не родившемуся ребенку: точно известно, что он родится уродом и очень скоро умрет в муках! И даже православные священники к допустимости абортот относятся по-разному.

Н.К. Янковский: Например, одна из таких болезней - это миодистрофия Дюшенна. И вообще, уже сейчас мы знаем, как конкретно изменения наследственной информации связаны с некоторыми другими наследственными заболеваниями. Наверняка недалек тот день, когда будем знать это обо всех 4 тыс. известных наследственных болезней человека. Сейчас интенсивно исследуют, как именно связаны способности к развитию тех или иных нормальных признаков с теми или иными конкретными особенностями генетического текста. Со временем будут выявлять наследственные болезни и проводить генетическую паспортизацию индивидов: многие наследственные особенности людей можно будет предсказывать еще до их рождения. Так, человеку с рассеянным вниманием общество не должно позволить стать оператором атомной станции. А другому могут посоветовать пойти в баскетбольную команду еще тогда, когда он и ходить-то не умеет. Потому что он будет прыгать лучше всех - это задано его генетической информацией. В пределах ближайших 50 лет такие паспорта возможны. Они будут определять предпочтительные области, в которых человек сможет проявить себя наиболее удачно - для себя и для общества. Будут и области, в которых проявлять себя ему будет запрещено. Появятся, конечно, новые проблемы, связанные с правами человека.

А.П. Назаретян: Какие вы, как специалисты, видите здесь нравственные проблемы? Какие опасности для общества могут нести эти биологические методы?

Н.К. Янковский: Опасность скорее для индивида. Информация о нем - это, вообще говоря, его собственность. А она получена техническими средствами, находится в компьютере, всем доступна...

С.А. Боринская: Здесь можно вспомнить слова Дж. Уотсона. Когда в 70-х годах широко распространились эксперименты с рекомбинантными ДНК, общество тоже сильно обеспокоилось: не будет ли какого вреда? Дж. Уотсон назвал эти опасения "советом испуганных домохозяек", а по поводу опытов высказался так: если их запрещать, то надо заодно запретить и половые сношения, потому что при них всегда происходят рекомбинации ДНК.

Л.И. Корочкин: В самой генной инженерии опасности нет. Опасность может быть в людях, которые ею пользуются. Ведь не секрет, что до недавнего времени в ряде стран предпринимались попытки создания биологического оружия на основе генно-инженерных методик и продуктов их использования. Поэтому необходим международный контроль в каких-либо эффективных формах.

Е.С. Платонов: Я бы хотел сказать вот что. Использование новых технологий в биологии и генетике, особенно затрагивающих процессы воспроизводства человека, развитие его индивидуальности, должны достойным образом контролироваться обществом. Конечно, нельзя, например, запрещать проводить исследования методами, базирующимися на клонировании. Но многие тысячи ученых Европы и США уже приняли мораторий на клонирование человека - до тех пор, пока не будет серьезно разработанной технологии, пока общество не выработает четких взглядов, адекватных сложности проблемы.

А.П. Назаретян: Вы не видите опасностей, способ решения которых для вас не очевиден?

А.Е. Седов: Мне представляются потенциально небезопасными сочетания клеточного и эмбрионального клонирования с технологиями рекомбинантных ДНК и трансгенозом. Дело не столько в том, что можно создать "запланированное зло", сколько в том, что в сложных системах даже небольшие направленные и понятные изменения чреватны многообразными, серьезными и далеко не всегда понятными и предсказуемыми последствиями. А у геномов чрезвычайно сложная архитектура. Мы только сейчас начинаем постигать, как устроен генетический "словарь". За 20 лет интенсивного и экспоненциально ускоряющегося секвенирования, т.е. чтения, ДНК-текстов человека, во многих лабораториях мира прочитано в совокупности около 60 млн нуклеотидов. Но это - еще всего лишь около 3% длины его генома (из них достоверно - 2%)! И при этом мы почти ничего еще не знаем о сложном "синтаксисе" генетических систем, проявляющемся во многих признаках организма.

Внесение нового генетического блока, как-то скорректированного, по-новому рекомбинированного, в сочетании с получением живого индивида... Тут есть в чем сомневаться. Однако не думаю, что эти манипуляции на людях вообще могут быть когда-либо поставлены "на поток": этически они безнравственны, материально - не рентабельны, а логически - бессмысленны.

А.П. Назаретян: Но предположим, что клонирование человека уже реализовано. Если оно станет массовым, как это изменит структуру семьи? В кругу философов весьма популярен ныне Н. Федоров. Он выдвигал идею, что всех когда-либо живших на Земле людей необходимо - и нравственно - воспроизвести (говоря современным языком - клонировать).

Л.И. Корочкин: Я с большим уважением отношусь к Н. Федорову, с удовольствием его иногда перечитываю. Однако он говорил не о клонировании, а об оживлении, воскрешении наших предков, полагая, что наука в ближайшее время найдет способ, как подобный план осуществить. Эти его соображения, конечно, фантазия. Однако они имели последствия, положительные для развития науки. Не кто иной, как К. Циолковский, воспринял их всерьез и начал думать над тем, как решить проблему перенаселенности земного шара после осуществления проекта Федорова. Очевидно, надлежит искать дополнительное место жительства за пределами Земли, в Космосе, туда забрасывать землян, которым не хватит места на родной планете. К чему эти размышления привели, всем известно: вклад Циолковского в проблему освоения Космоса неоспорим и велик.

Н.К. Янковский: Клонирование и то, о чем говорите Вы, Акоп Погосович, - совершенно разные понятия. Для клонирования берут живые клетки, заменяющие оплодотворенную яйцеклетку. И они не несут никаких заметных повреждений генетической информации. Стоит появиться хотя бы одному разрыву между двумя нуклеотидами в любой хромосоме - и не будет никакого организма. Когда организм умирает, разрывы хромосом происходят везде. Это - естественный процесс деградации. Сделать так, чтобы все эти миллионы повреждений опять правильно восстановились, нельзя. Также я хочу подчеркнуть, что конкретное проявление признака - это всегда взаимодействие наследственной информации и среды. А среду нельзя воспроизвести. Если технически возможно сделать Ленина или Гитлера - время-то теперь иное, слава Богу! Чтобы двойник Ленина проявил себя, ему необходима еще и ситуация - такая, как накануне Октябрьской революции...

Сегодня существуют методы иммортализации ("обессмертивания") клеток. Так, лейкоциты из крови человека можно хранить в жидком азоте. Они потом будут делиться. Так вот, если сделать клетки иммортализованными, то из них можно будет воспроизвести новый организм через какое-то время. Но здесь - технологический вопрос, сегодня далеко не решенный. Как проверить то, что генетическая информация, обеспечивающая воспроизводство клетки, сохранилась совершенно без

всяких изменений? Технически это проверить крайне сложно. А вдруг окажется, что какие-то изменения - для клетки совершенно не существенные - при воспроизводстве целого организма не проявятся ни в чем, кроме, например, функционирования психики?..

С.А. Боринская: По поводу возможностей геномной инженерии и ее пользы для общества. Конечно, в будущем появятся какие-то возможности, которые сейчас трудно предвидеть. Но уже сегодня генетические методы позволяют проводить дородовую диагностику. У нас в стране рождаются ежегодно десятки тысяч детей с инвалидизирующими пороками развития. За последние два года больных, например, с синдромом Дауна было выявлено около 20 тыс. - причем на тех стадиях, когда беременность еще можно прервать. Многие семьи были избавлены от страданий, которые приносит рождение больного ребенка. Но есть и экономический эффект - пожизненное содержание одного больного с синдромом Дауна обходится государству в несколько десятков тысяч долларов. Нетрудно подсчитать, сколько денег было государству сэкономлено. Вложение средств в развитие генетического консультирования выгодно государству.

А.Е. Седов: Именно в связи с этим в ближайшем будущем возможны позитивные изменения в стратегиях развития семей. Если раньше генетики обнаруживали, что родители являются носителями нежелательных генов с частой проявляемостью, и сообщали им это-то такие пары боялись иметь детей или же "играли ва-банк": пройдет-не пройдет. А теперь в случаях многих генных болезней, благодаря их пренатальной диагностике, такие родители могут при каждом зачатии "выбрать" здорового ребенка или же "забраковать" (абортом) заведомого урода. В таких ситуациях, в которых раньше медики-генетики говорили: "У вас степень риска высока, и вам не рекомендуется иметь детей", теперь они говорят: "Попробуйте. Когда произойдет зачатие, мы возьмем ваши клетки и скажем, что у вас получилось в этот раз". При неудаче - можно сделать аборт и зачать снова. А в целом такие пары вместо рекомендации вообще не рисковать и не иметь детей получают реальные шансы получить здорового ребенка при каждом зачатии. Это - огромное достижение.

Н.К. Янковский: Проблемы этического характера возникать, конечно, будут. В США, например, запрещено сообщать больному диагнозы тех заболеваний, которые выявляются, но не лечатся. Считается неэтичным давать человеку знание о том, что он умрет, если нет возможностей его спасти.

А.П. Назаретян: Это - хороший аргумент в пользу того, что общество должно все-таки контролировать такие разработки, которые пока оно не может оценить по достоинству.

А.Е. Седов: Извините за нескромный, но здесь весьма уместный пример. Мой покойный отец, профессор Е.А. Седов, опубликовавший несколько работ и в Вашем журнале, еще в начале 1960-х годов написал фантастический рассказ "Не хочу знать!" (увы, до сих пор не опубликованный). Сюжет его таков. Некий романтик, фанатик-исследователь, создает прибор, который по комплексным физиологическим параметрам индивида может точно предсказать дату его смерти. Первый опыт, как полагается, - на самом себе. Герой получает прогноз: жить ему осталось 27 лет. И тут вся жизнь его ломается: "часы заведены". Из жизнелюба он становится мрачным раскаивающимся страдальцем. В глубокой депрессии он порывает с любимой, отказывается от всех радостей, ломает все свои планы. И совершает самоубийство задолго до вычисленного срока - чтобы преодолеть фатальное пророчество собственного творения и оказаться сильнее его. Так нужны ли людям вообще подобные правдивые сведения о себе, не говоря уже о том, что безнравственно знать такое о других? Есть ведь врачебные тайны!

А.П. Назаретян: У меня сложилось впечатление, что вы не считаете, что методы генной, клеточной и эмбриональной инженерии могут помочь решению каких-то глобальных проблем, и вместе с тем не считаете их чем-то таким, что, в свою очередь, само может создать новые глобальные проблемы. То есть вы достаточно осторожно, скептически относитесь к возможностям и перспективам манипуляций генетическими структурами?

Н.К. Янковский: Общество использует результаты любой науки и становится от них зависимым, это безусловно. Без каждого отдельного научного результата человечество могло бы прожить. Жили же люди без электричества. Другой вопрос: можно ли прожить, когда результат уже использован, внедрен в практику? По крайней мере, такие важные шаги науки приводят к фантастическим перестройкам жизни.

Л.И.Корочкин: Я не отношусь к генетической технологии инженерии скептически. Ведь, генная инженерия революционизировала биологию. Она - одно из величайших достижений человеческого разума, и прогресс в биологии сейчас неразрывно связан с прогрессом генной инженерии. У нее огромные возможности и большое будущее. Это раздел науки XXI-го века.

А.Е. Седов: Относительно социальных опасений есть и успокаивающие соображения. Биологические системы столь сложны, что их гораздо проще испортить, сделав нежизнеспособными, чем внести в них осмысленные изменения - как целительные, так и зловредные. Ведь каждый конкретный ген или иной участок ДНК работает в сложнейших "контекстах" из тысяч других генетических элементов генома, органично "вписываясь" в них. Именно потому за 25 лет во всем мире весьма скромны практические достижения генной инженерии - как медицинской (увы!), так и военной (слава Богу!). А на надклеточном уровне большинство тех проблем, которые может поставить клонирование, уже поставлены и практикой искусственного осеменения, и практикой трансплантации органов в клиниках. Так, в Индии недавно были разоблачены большие группы "охотников" за органами и за их донорами, в которые входили и злонамеренные квалифицированные хирурги. Наиболее безнравственными и опасными могли бы быть программы, сочетающие оба уровня клонирования - генно-геномный и клеточно-эмбриональный, когда клетки клонируют вне организма, внося изменения в их геномы, а затем из них делают организм, имплантируя их ядра в матки. Кстати, овцу Долли клонировали подобным образом - размножали клетки в культуре, а затем имплантировали в матку овцы, ставшей суррогатной матерью — "инкубатором" для эмбриона. Правда, при этом никакой генетической инженерии, включая генную, не применяли. Вот если бы ее применяли и перед имплантацией смогли бы внести в геномы клеток такие запланированные дефекты, что Долли и родилась бы, и была бы опасной...

Но это, как уже сказано, почти невероятно. И относительно такого клонирования людей: даже если отдельные падшие женщины за большие деньги и соглашались бы рожать кого закажут, то вряд ли такое "производство" могло бы быть поставлено "на поток" - даже в концлагерях. А в искусственных аппаратах (как в упомянутом романе О. Хаксли или в гротескной повести Ю. Алешковского "Николай Николаевич"), без живой матери - родной или же суррогатной, способной выполнить роль живого "инкубатора", - организм млекопитающего развиваться не может: матка - это сложнейший орган, через который должны осуществляться многообразные взаимодействия различных систем органов матери и развивающегося плода. Кроме того, даже все этапы деления каждой клетки управляются сложнейшими "биологическими часами" - скоординированной работой многих генов и белков. А тем более при развитии многоклеточного эмбриона.

Полагаю, что ускорить ход этих "часов" в принципе невозможно, и потому созда-

ние каждого человека всегда будет требовать девятимесячной внутриматочной беременности. Поэтому недавнее сообщение в прессе о том, что в США Р. Сид - физик - берется клонировать за 7 млн долл. по 200 тыс. людей в год(!), может вызвать страх только у невежд.

Но и чисто эмбриональные технологии сегодняшнего уровня (как в случае Долли) при их перенесении на человека могли бы создать этические проблемы (не случайно в США и Европе эти работы сразу же были запрещены, а тысячи биологов приняли добровольный мораторий на такие работы на людях). Например, женщины смогли бы рожать двойников кого угодно, включая (при сильном нарциссизме) и самих себя - из собственной клетки получить "сестру-дочь-близняшку" со сдвигом во времени! И мужчины при этом не нужны - как у некоторых червей, коловраток, тлей, палочников, немногих видов кавказских и южноамериканских ящериц... Чем не мечта феминисток? (Впрочем, все это - лишь немногочисленные и несущественные "закоулки" путей эволюции.) Но, может быть, в чем-то это и неплохо - иметь возможность родить двойника любимого человека и этим как бы начать его жизнь сначала, "со второй попытки"?..

А с позиций социальной практики все обсуждаемые биотехнологии я бы классифицировал так. Есть задачи "красные" - медицинские, "белые" - продовольственные, "зеленые" — эколого-технологические, и "черные" - военные. И при этом многие "красные", "белые" и "зеленые" разработки могут быть повернуты в "черную" сторону. Например, интерферон: защита мирного населения от гриппа и других вирусов или же средство защиты своих войск от своего же вирусного оружия. Или ген холерного токсина: в "красном" направлении работы с ним - лучший путь к разработке способов инактивации этих генов в природных холерных вибрионах, в "черном" же - путь к страшному биологическому оружию, скажем, кишечной палочке, несущей холеру. Здоровое общество порождает здоровую "палитру" социальных заказов, в которой "черные" работы сведены к минимуму или вообще запрещены. К счастью, опыт показывает, что у тех, кто "играет черными", ничего еще не вышло: сама природа биосистем против абсурдных смертоносных конструкций.

И все же общественности и СМИ надо быть начеку, но при обязательном условии их биологической грамотности - хотя бы на уровне научно-популярных изданий.

А.П. Назаретян: Скажу откровенно: некоторые оттенки в сегодняшней нашей беседе меня как неспециалиста удивили. Мне доводилось встречать в литературе гораздо более настороженное отношение к перспективе экспоненциального накопления генетического груза, биологического вырождения цивилизованных этносов. Некоторые ученые полагали, что без генетических технологий невозможно ни дальнейшее развитие, ни выживание человечества.

То, что вы рассказали, несколько успокаивает. По-видимому, среди профессиональных генетиков преобладает более взвешенный взгляд. Для меня остается все же неясным, как можно, заблокировав в такой степени естественный биологический отбор, обеспечив искусственно столь высокий процент выживаемости потомства, не столкнуться в результате с новыми проблемами. Возможно, кто-то из специалистов пожелает высказать дополнительные соображения или альтернативную точку зрения. "ОНС" приглашает к продолжению обсуждения.

© С. Боринская, Л. Корочкин, А. Назаретян, Л. Пирожкова, Е. Платонов, А. Седов, Н. Янковский, 1998