

¹⁾ *Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН, 119334, Ленинский проспект, д. 32а, г. Москва, Россия*²⁾ *Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики, 101000, ул. Мясницкая, д. 20, г. Москва, Россия*³⁾ *Российский государственный гуманитарный университет, 125047, Миусская пл., д. 6, корп. 2, г. Москва, Россия*

УРБАНИЗАЦИЯ И УСИЛЕНИЕ ПОЛОВОГО ОТБОРА СРЕДИ МУЖЧИН В СОВРЕМЕННОМ РОССИЙСКОМ ОБЩЕСТВЕ

Введение. Урбанизация и сопутствующий ей рост населения в городах представляют новую окружающую реальность современного человека. Теория полового отбора предсказывает, что ключевые аспекты брачного поведения такие, как конкуренция, избирательность и родительские инвестиции, могут изменяться в зависимости от уровня популяционной плотности. **Цель данного исследования:** проанализировать специфику полового поведения мужчин в современном индустриальном обществе. Непосредственная **задача исследования** заключалась в оценке параметров полового отбора в мужской выборке в условиях меняющейся популяционной плотности (в условиях интенсивных процессов урбанизации).

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили данные онлайн-опроса, проведённого в 2019 году в русскоязычном сегменте интернета (273 мужчины). Количественный анализ данных осуществлен на языке программирования R с использованием пакета «Lme4».

Результаты. Анализ собранных эмпирических данных показал, что более высокий уровень урбанизации в месте проживания респондента ассоциирован с большим количеством половых партнёров женского пола у мужчин и увеличением у них дисперсии по уровню предкопуляционного полового успеха. В то же время, половой успех у мужчин различен в разных возрастных когортах.

Обсуждение. Полученные результаты свидетельствуют о том, что давление полового отбора на мужчин в больших городах возрастает. Классическая теория предсказывает эволюцию соревновательных черт у пола, подверженного растущей силе отбора, в ущерб качествам заботливого родителя. В результате урбанизация может привести к замещению форм совместной родительской заботы, эволюционно сложившейся в особый профиль межполовых взаимоотношений у нашего вида, на модели заботы о потомстве одним родителем – матерью.

Ключевые слова: половой отбор; плотность популяции; полигамия; моногамия; урбанизация; родительский вклад

Введение

Природа половых различий в морфологии и поведении у представителей мужского и женского пола уже более тысячи лет является предметом пристального внимания философов и ученых [Nielsen, 2008]. При этом изучение вопросов полового диморфизма приводит в тесное соприкосновение биологическую теорию пола и социо-гуманитарные дисциплины [Ah-King et al., 2015]. Сегодня природа пола и атрибутированные каждому из полов социальные и семейные функции под-

вергается серьезному переосмыслению в обществе. Равенство гендерных ролей в общественном и личном пространстве представляет одну из наиболее обсуждаемых тем в научном дискурсе [Wejnert, Rodriguez, 2015; Petts et al., 2018]. Но можно ли ожидать сценарий равенства полов в ближайшей временной перспективе, учитывая не только контекст гуманитарных ценностей и достижений человечества, но и биологические аспекты расстановки половых ролей?

В настоящей работе мы обращаемся именно к биологическим основам теории пола, а также

исследуем влияние современных средовых изменений на характер взаимоотношения полов у человека, а именно: влияние повсеместно растущей плотности населения на конфликт полов. Как известно, урбанизация и сопутствующей ей рост численности населения в городах выступают новыми основополагающими экологическими факторами современной реальности постиндустриального общества. «Земля стала планетой городов. Более половины населения мира сейчас проживает в городах, и эта пропорция только растёт. В 2014 году число городского населения во всем мире достигло 4 миллиардов человек. Предполагается что к 2050 году это количество увеличится на 2,5 млрд...» [Cohen, 2015, с. 6]. Такое выраженное изменение среды согласно теоретическим прогнозам может отразиться на ряде важных аспектов сексуального поведения человека.

Теория полового отбора и ее современное прочтение

В 1859 году вышла в свет знаменательная работа Ч. Дарвина «Происхождении видов» [Darwin, 1859], в которой ученый обосновал эволюцию признаков, благоприятствующих приспособленности особи. При этом Дарвин отдельно выделил широкий спектр черт (так называемый орнамент), обычно более развитых у самцов, не обеспечивающих их обладателям преимуществ в выживании, но дающих таким особям репродуктивные преимущества. В дальнейшем теория полового отбора была в полной мере раскрыта Ч. Дарвином в работе «Происхождение человека и половой отбор», опубликованной в 1871 г. (англ. «*Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*»), в которой автор отметил что, самцы, как правило, активнее соперничают за возможности размножения и за брачных партнеров, нежели самки, в то время как последние, более избирательны. [Darwin, 1871]

После его смерти (1882) интерес к половому отбору как эволюционному процессу был продолжен лишь в 1915 году Р. Фишером [Fisher, 1915; 1930]. Фишер представил математическую модель действия сил отбора через механизм избирательности самок. В дальнейшем в статьях А. Бейтмана [Bateman, 1948] и Р. Триверса [Trivers, 1972] половой диморфизм был описан через увеличивающиеся с течением эволюционного времени посредством положительной обратной связи изначальные небольшие различия в родительских инвестициях. Эта разница в ранних инвестициях (анизогамия) неминуемо в итоге приводит к такому финалу, что при прочих равных условиях, самки будут вкладывать больше энергетических ресурсов в последу-

ющую родительскую заботу и, учитывая сложившуюся расстановку сил и распределение половых ролей между заботой и соперничеством, самцы будут направлять свои энергетические ресурсы в репродуктивную конкурентоспособность и внутривидовое соперничество.

Современная эволюционная теория объясняет половые различия, наблюдаемые в таксонах, специализацией каждого из полов, при которой усиление родительской заботы одним полом автоматически увеличивает издержки, связанные с наличием избирательности, для другого пола, так как число его встреч с потенциальными партнерами, незанятыми заботой о потомстве, выражено снижается [Kokko, Klug, Jennions, 2012; Kokko, Rankin, 2006; Kokko, Jennions, 2008]. Таким образом, у пола, не вовлечённого в заботу о потомстве, избирательность нивелируется, в то же время активно проявляются качества внутривидового соперничества. Согласно конвенциональному взгляду [Bateman, 1948; Trivers, 1972], такая расстановка сил и служит первоисточником большей избирательности пола, оказывающего заботу (часто, но не всегда женского пола), в то время как индивиды противоположного (часто, но не всегда мужского пола) вынуждены соревноваться друг с другом за доступ к партнерам [Fromhage, Jennions, 2018]. При этом не подлежит сомнению то, что эволюция моделей выбора партнера (избирательность) является одним из главных механизмов полового отбора [Jones, Ratterman, 2016].

Между тем продолжают накапливаться многочисленные данные о том, что интенсивность выбора (т.е. избирательность) широко варьирует в различных таксонах, как внутри, так и между полами. В частности, появляются свидетельства избирательности у представителей мужского пола [Clutton-Brock, 2009; Edward, Chapman, 2011]. Кроме того, взаимный выбор партнеров – ситуация при которой оба пола выказывают избирательность – задокументирован во многих таксономических группах, включая приматов [Courtiol et al., 2010; Gomez et al., 2012].

Таким образом, все чаще в научном дискурсе проявляется альтернативный взгляд на диморфизм половых ролей, противопоставляемый сложившемуся конвенциональному подходу. Такая альтернативная объяснительная модель не диктует жестких установок в манифестации половых ролей и функций. Предполагается, что гибкие модели поведения индивидов согласуются, во-первых, с наличием потенциальных возможностей для спариван(я)ий и, во-вторых, с уже возникшими издержками реализованных индивидом актов размножения [Hubbell, Johnson, 1987; Gowaty, Hubbell, 2009]. Предложенные модели избирательности

партнеров дополнены рядом важных параметров, включающих основные положения теории жизненного цикла [Sutherland, 1985; Hubbell, Johnson, 1987; Gowaty, Hubbell, 2009]. В частности, такие модели демонстрируют, что, при прочих равных условиях, если время поиска партнера и перерывы между репродуктивными эпизодами короткие, а продолжительность жизни достаточно велика, особь располагает большим запасом времени на размножение, чем в случаях, когда время поиска и задержки, связанные с репродуктивными последствиями значительны, а продолжительность жизни коротка. Очевидно, что, в зависимости от этих ограничений жизненного и репродуктивного цикла, затраты и выгоды от принятия или отклонения потенциальных партнеров (то есть от степени избирательности) также разнятся [Gowaty, Hubbell, 2009].

При учете параметров жизненного цикла, современные модели полового отбора вводят понятие фундаментального компромисса выбора [Courtiol et al., 2016], суть которого, состоит в том, что индивиды с высоким порогом избирательности обязательно несут издержки, выражающиеся в снижении частоты их спариваний [Etienne et al., 2014; Dechaume-Moncharmont et al., 2016]. В таком многомерном виде, учитывающем временной компонент жизненной истории организмов, а также компромисс выбора, модели полового отбора вступают в очевидную логическую взаимосвязь с популяционной плотностью. Так как затраты времени на поиск партнера будут ниже в условиях высокой скученности представителей противоположного пола, этот средовой фактор может существенно влиять на рост избирательности, а следовательно, и на силу полового отбора.

Плотность популяции и половой отбор

В популяциях разных размеров индивиды имеют потенциальный доступ к разному количеству партнеров. Индивиды, принадлежащие более крупным популяциям, теоретически могут позволить себе «роскошь» отвергать большую долю претендентов. Это связано с тем, что большее количество потенциальных партнёров позволяет фокальным индивидам выбирать из большей выборки, при этом такая возросшая избирательность не будет отражаться на издержках, связанных с увеличивающимся временем поиска в той же мере, как и в популяциях с низкой плотностью или широко рассеянных в пространстве. Отбор претендентов в местах с высокой плотностью обходится «дешевле», что позволяет использовать более жесткую тактику отбора претендентов [Janetos, 1980; Kokko, Marples, 2005]. Вследствие чего самки многих видов

предпочитают спариваться там, где им легче оценить нескольких партнёров одновременно [Bradbury et al., 1985]. Повышение разборчивости дискриминирующего пола при более высоких плотностях избираемого пола экспериментально было показано во множестве таксонов [Jennions, Petrie, 1997; Punzalan, Rodd, Rowe, 2010].

Успешность спаривания особи пола, подлежащей отбору (чаще мужского пола), напрямую зависит от плотности популяции. Только самцам, у которых нет поблизости превосходящего в тех или иных качествах соперника, будет сопутствовать успех. Соседствующие самцы создают помехи, которые будут только усиливаться с увеличением плотности. В результате при высокой плотности популяции, разница в количестве спариваний между «удачливыми» и «неудачливыми» самцами намного более выражена, чем при низкой [Kokko, Rankin, 2006]. Другими словами, одно и то же правило выбора партнёров приводит к более сильному половому отбору (или смещениям в количествах спаривании) при высокой плотности и снижает силу отбора в зонах большей пространственной дисперсии потенциальных партнеров [Jennions, Petrie, 1997].

Цель данного исследования – проанализировать специфику полового поведения мужчин в современном индустриальном обществе. Непосредственная задача исследования заключалась в оценке параметров полового отбора в мужской выборке в условиях меняющейся популяционной плотности (в условиях интенсивных процессов урбанизации).

Материалы и методы

В анализе использованы данные анонимного онлайн-опроса, проведенного в русскоязычном сегменте интернета в марте 2019 года. В опросе приняли участие 273 мужчины. Возраст респондентов составил от 17 до 68 лет. В качестве места жительства 93% мужчин указали РФ и сопредельные государства. Респонденты также предоставили данные о городе своего проживания, что позволило включить численность населения в месте жительства в анализ. Целевой вопрос проводимого исследования: «Укажите количество половых партнеров женского пола за последние 12 месяцев». Все материалы были собраны анонимно, с личного согласия участника, с соблюдением правил биоэтики.

В первой части анализа проведена сравнительная оценка данных о количестве половых партнёров в крупных городах (мегаполисах) и небольших населенных пунктах. Предварительно выборка была разделена нами на две части, в зависимости



Рисунок 1. Диаграмма распределения плотности вероятности числа половых партнеров для мужской выборки в мегаполисе и небольшом городе (до 1,3 миллиона жителей и более)

Figure 1. The probability density function. A diagram for a male sample in a metropolis and a small city (up to 1.3 million inhabitants or more)

от размера населенного пункта: более 1,3 млн человек или меньше этой величины, рассчитанной случайным образом с применением визуальной категоризации переменной «фактическая численность населения». Нами были проанализированы графики распределения частот переменной отклика и ее плотность. График построен с помощью языка программирования Rb с применением пакета «ggplot2» [Wickham, 2016].

В качестве эмпирической меры полового отбора в этих двух категориях мы также рассчитали и сравнили индекс (I_s) («возможность для отбора», англ. “*opportunity for selection*”) [Arnold, Wade, 1984; Jones, 2009]. I_s признается высоко-коррелирующей величиной с фактической силой полового отбора и на практике часто выступает ее аналогом [Shuster, Wade, 2003]. Стоит отметить, что наш выбор индекса I_s в качестве оценки силы полового отбора так же согласуется с высокой частотой его использования [Klug, 2010].

Вторая часть анализа заключалась в оценке влияния фактора урбанизации на половое поведение мужчин и на степень вариативности ответов респондентов, для чего была построена обобщенная линейная модель с отрицательным биномиальным распределением отклика. Уровень урбаниза-

ции представлен в анализе порядковой величиной с 8 градациями, соответствующим 8 группам населенных пунктов согласно их фактической численности населения, где 1 (единица) соответствует наименьшим по численности населенным пунктам, а 8 баллам соответствовали максимально крупные города РФ: Москва и Санкт-Петербург. Статистический анализ был проведен на языке программирования R с использованием пакета «Lme4» [Bates et al., 2012].

Результаты

В первой части анализа были визуализированы распределения плотностей вероятностей числа половых партнеров у мужчин за прошедший год в крупных городах и небольших населенных пунктах (рис. 1).

Как видно из представленного рисунка, распределения плотности вероятностей счетной величины отклика ассиметричны и не соответствуют нормальным (гауссовым) распределениям, что не позволяет в дальнейшем применить статистические методы, основанные на сравнении средних. В частности,

Таблица 1. Сравнение количества половых партнеров у мужчин в крупных городах и небольших населенных пунктах
Table 1. Comparison of the number of sexual partners in men in large cities and small towns

| Урбанизация (численность населения) | Мужская выборка | | | |
|--|-----------------|----------|----------|--------|
| | N | M_{rs} | S_{rs} | I_s |
| Менее 1,3 млн | 157 | 1,243 | 1,189 | 0,7689 |
| 1,3 млн и более | 123 | 2,445 | 4,710 | 0,7873 |

Примечания. N – численность выборки; где N – величина выборки, M_{rs} – среднее количество половых партнеров в группе, S_{rs} – дисперсия, I_s – возможность для отбора.

Notes. N – sample size; M_{rs} – the average number of sexual partners in the group, S_{rs} – the variance, I_s – the opportunity for selection.

использование t-критерия Стьюдента для проверки гипотезы о равенстве средних значений в двух исследуемых выборках в нашем случае не применимо. Тем не менее, ядерная оценка плотности (ЯОП, англ. *Kernel density estimate*, KDE), представленная на рисунке 1, указывает на выраженное снижение количества моногамных отношений в большом городе в сравнении с малыми городами и деревнями.

В настоящем исследовании мы обращаемся именно к предкопуляционному отбору. В связи с этим, был рассчитан индекс I_s – возможность для отбора (у мужчин) – в двух исследуемых уровнях популяционной плотности. Идея, лежащая в основе I_s , восходит к работам Бейтмана ([Bateman, 1948], показавшего на опытах с дрозофилами, что самцы имеют больший размах изменчивости по успешности спаривания, чем самки. Очевидно, что предкопуляционный половой отбор будет действовать на определенный пол только в том случае, если индивиды этого пола демонстрирует изменчивость в успешности спаривания и последующие различия в итоговом репродуктивном успехе. I_s (возможность для отбора) рассчитывается как дисперсия успеха спаривания, деленная на среднее успеха спаривания в квадрате [Arnold, Wade, 1984; Shuster, Wade, 2003].

Расчеты средних величин, дисперсии и индексов I_s представлены в таблице 1. В приведенных данных показана разница в средних значениях количества половых партнеров, а также существенное различие в дисперсии. В мегаполисе обе эти величины выше, чем в небольших городах. Итоговый индекс I_s также незначительно увеличивается с ростом популяционной плотности.

Основная особенность анализируемых данных – это распределение исследуемой переменной (количество половых партнеров), отличное от нормального, что характерно для счетных величин. Чтобы определить взаимосвязь счетной величины, отражающей количества половых партнеров (N_i), и фактора популяционной плотности в программной среде R произведен расчёт на основе обобщенной линейной модели с отрицательным биномиальным распределением отклика. Функция связи между предикторами и величиной отклика – логарифм.

$$N_i \sim NB(\mu_i, k)$$

$$v(N_i) = \mu_i + \mu_i^2/k$$

$$\ln(\mu_i) = \eta_i^{(1)}$$

В полученную прогнозную модель помимо фактора урбанизация («Urbanization») были включены фактор возраста («Age»), имеющий 4 градации, а также взаимодействие этих факторов.

Анализ значимости включенных в модель предикторов показал, что, количество половых партнеров мужчин статистически достоверно зависит от уровня урбанизации в месте проживания ($p < 0.001$). Также статистически значимо влияние возраста мужчины ($p < 0.001$) на количество его половых партнеров в прошедшие 12 месяцев. Между тем, взаимодействие этих двух факторов статистически незначимо. Таким образом, взаимосвязь количества половых партнеров и урбанизации для разных возрастов однонаправленная и положительная. В связи с чем, мы удалили данное взаимодействие предикторов из финальной модели (табл. 2).

Тест отношения правдоподобий указывает на достоверность полученной модели ($p < 0.001$, степень свободы = 4, тест отношения правдоподобий = 51.67). Предложенная модель объясняет порядка 18% дисперсии. Однако проверка на сверхдисперсию модели выявила незначительную остаточную избыточность дисперсии, что накладывает некоторые ограничения на предсказательную силу разработанной модели.

В результате анализа, проведенного в программной среде R, были получены коэффициенты, позволяющие представить модель в линейном виде в масштабе функции связи:

$$\eta_i = -0.6231 + 0.1633 * \text{Urbanization}_i + 0.1267 * \text{Age}_{25_30i} + 0.7565 * \text{Age}_{31_40i} + 1.1950 * \text{Age}_{older_41i}$$

¹⁾ N_i – моделируемое число половых партнеров, величина, подчиняющаяся отрицательному биномиальному распределению с двумя параметрами: μ и k , где k – параметр, обеспечивающий избыточность дисперсии, μ – математическое ожидание прогнозируемой величины; NB – отрицательное биномиальное распределение; \ln – функция связи – логарифм; $v(N_i)$ – дисперсия.

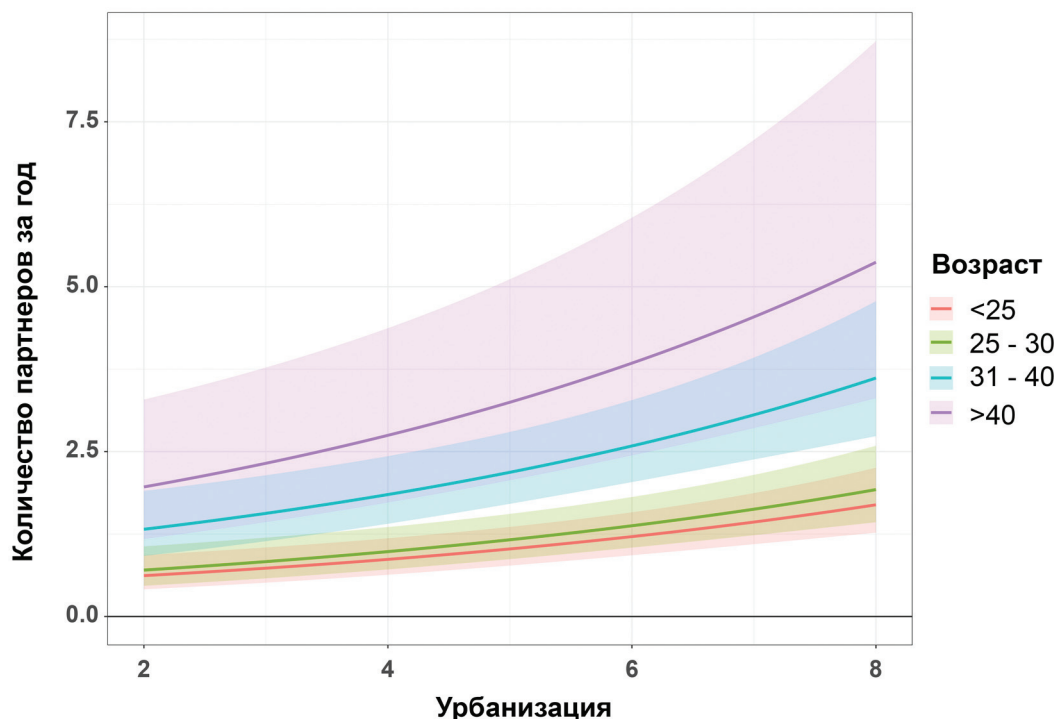


Рисунок 2. График роста предсказанных значений количества половых партнеров у мужчин (с отображением 95% доверительных интервалов) в зависимости от уровня урбанизации в четырех возвратных группах
Figure 2. A graph of the growth of the predicted values of the number of sexual partners in males (with a display of 95% confidence intervals) depending on the level of urbanization in four age groups

Также рассчитан коэффициент k , обеспечивающий избыточность дисперсии, $k = 1.292$

$$E(N_i) = \mu_i, v(N_i) = \mu_i^2 / 1.292^2$$

Обобщенная линейная модель с отрицательным биномиальным распределением отклика моделирует его нелинейную связь с предикторами за счет функции связи (логарифм). Модель учитывает гетерогенность дисперсии, а стандартные ошибки возрастают с увеличением предсказанного значения. Полученный результат представлен в масштабе переменной отклика на рисунке 2.

Проведенный анализ показал, что с ростом популяционной плотности происходит как рост количества половых партнеров, так и увеличение вариативности (дисперсии), обеспечивающей выраженность сил полового отбора. Согласно расчетам, число половых партнеров за год подчиняется отрицательному биномиальному распределению с прогнозируемой величиной отклика μ_i

²⁾ «Urbanization» – порядковая величина, соответствующая уровню урбанизации; «Age» – фактор возраста, имеющий четыре градации согласно подстрочным индексным значениям; z – моделируемая величина значения переменной отклика в масштабе функции связи; k – рассчитанный параметр, обеспечивающий избыточность дисперсии; v – дисперсия.

Таблица 2. Результаты тестов II типа
Table 2. Type II test results

| Предиктор: | Df | D | p |
|----------------------|----|--------|----------------|
| – | | 266.96 | – |
| Возраст: Урбанизация | 3 | 267.52 | 0.1323 |
| Возрастная группа | 3 | 302.75 | $1.091e^{-07}$ |
| Урбанизация | 1 | 288.76 | $4.055e^{-06}$ |

Примечания. Df – число степеней свободы, D – девианса, p – уровень значимости.

Notes. N – sample size; Df – the degrees of freedom, D – deviance, p – reliability.

и дисперсией равной $\mu_i + \mu_i^2 / 1.292$. Описываемый моделью рост числа половых партнеров соотносится с ростом вариативности, опосредованно определяемой через коэффициент $k = 1.292$.

При этом важным параметром, обеспечивающим силу и направленность полового отбора, выступил фактор возраста мужчин. Как видно из графика на рисунке 2, максимальная сила отбора (максимальная дисперсия в количестве партнеров) наблюдается в средней и старшей возрастной когорте. Однако у молодых мужчин до 30 лет, согласно статистике Вальда, возраст не оказывает влияние на количество партнёров внутри этой возрастной группы (z -value = 0.664; $p = 0.50682$).

При этом фактор возраста в группе старше 41 года (z -value = 4.415, p = $1.01e^{-05}$) и среднего возраста (31–40 лет) (z -value = 4.223, p = $2.41e^{-05}$) демонстрируют статистически достоверную взаимосвязь с переменной отклика. Эти данные указывают на наличие разницы в силе предкопуляционного отбора между молодыми мужчинами и мужчинами старшей и средней возрастных групп.

Обсуждение

В данной работе представлен анализ собранного нами эмпирического материала, фиксирующего изменения в интенсивности полового отбора в условиях городской среды. Это позволило нам спрогнозировать расстановку половых ролей в частном, семейном пространстве на ближайшую перспективу. Результаты исследования хорошо согласуются с выводами эволюционных биологов, ведущих фундаментальные исследования полового диморфизма с применением методов математического моделирования ко-эволюции половых ролей [Andersson, 1994].

Наши данные свидетельствуют о выраженном влиянии фактора возраста на мужское брачное поведение в условиях максимальной урбанизации. Учитывая этот факт, можно предположить, что представители разных возрастных когорт имеют различную степень устойчивости моделей брачного поведения к социо-демографическим условиям (в нашем случае, существенному изменению плотности популяции). Наиболее молодая и репродуктивная часть респондентов не демонстрирует выраженной ответной реакции на средовые изменения последних десятилетий (усиливающиеся процессы урбанизацию) и продолжает сохранять модели полового поведения, характерные и для небольших поселений. Напротив, старшая возрастная когорта проявляет максимальную лабильность в ответ на экологические вызовы.

Классическая теория пола связывает обнаруженный рост вариативности в количестве половых партнеров у мужчин со спецификой полового отбора и преимущественной конкурентностью среди представителей мужского пола. Подобная разница в количестве половых партнеров у представителей различных возрастных групп может свидетельствовать о женских предпочтениях определенных качеств мужчин, проявляющихся в старшем возрасте. Такая женская избирательность будет следовать принципам прямой выгоды [Etienne et al., 2014; Flegr et al., 2019], а не классической модели непрямого отбора – модели хо-

роших генов [Eschel et al., 2000], предполагающей наличие выгод, опосредованно повышающих репродуктивный успех индивида, через его потомков [Pomiankowski, 1987].

С другой стороны, рост количества партнёров (а также индивидуальная вариативность) у представителей старшей возрастной группы может быть альтернативно объяснен сменой моделей полового поведения самих мужчин. Альтернативные теории предсказывают переключение моделей полового поведения индивида (в нашем случае мужчин) в различных периодах жизненного цикла. Согласно теореме точек переключения (англ. «*The Switch Point Theorem*») [Gowaty, Hubbell, 2009] высокая избирательность мужчин будет наименее выгодна с увеличением биологического возраста, так как она пролонгирует период поиска партнера. В результате в условиях ограниченной продолжительности жизни репродуктивные возможности индивида могут остаться не реализованными [Priklopil et al., 2015]. Выраженная вариативность и рост средних значений количества половых партнеров у мужчин могут быть объяснены снижением порога избирательности у (части) мужчин в старшем и среднем возрасте, что на практике отражается в росте полигинии у представителей этой когорты населения.

Среди причин роста количества половых партнеров в крупных населенных пунктах, специалисты выделяют так называемый средовой потенциал для полигамии (англ. «*environmental potential for polygamy*») [Emlen, Oring, 1977; Shuster, Wade, 2003], объясняющийся потенциальным избытком окружающих ресурсов, включающих, в том числе, и половых партнеров. К косвенным факторам, способствующим полигамии, следует также отнести и более высокую степень анонимности личной жизни в городах, маскирующую как прошлую репутацию, так и настоящую параллельную репродуктивную активность [David-Barrett, 2019]. Нельзя также исключить и роль самого фактора городской среды, предлагающего потенциально большие экономические возможности, с одной стороны, и создающего поле для роста социального и материального неравенства, с другой [Yongnian et al., 2016], являющихся базисом для вариативности брачного успеха у мужчин.

Проявившаяся в старшем возрасте смена моделей репродуктивного поведения у мужчин, показанная в нашем исследовании, а также наблюдаемое в этом возрасте усиление полового отбора могут служить предвестниками потенциальных изменений как полового поведения мужчин в целом, так и всей системы взаимоотношения полов. Если устойчивая часть репродуктивного поведе-

ния мужчин в процессе растущей урбанизации с течением эволюционного времени станет чувствительна к средовому потенциалу для полигинии, и возрастет уровень полового отбора мужчин во всех возрастных когортах, классическая теория полового отбора предсказывает эволюционное развитие соревновательных черт у пола, подверженного растущей силе отбора, в ущерб родительским качествам [Fromhage, Jennions, 2016; McNamara, Wolf, 2015; Ремель et al., 2015]. Это может привести к замещению форм совместной родительской заботы, эволюционно сложившейся в особый профиль межполовых взаимоотношений у нашего вида, моделями заботы о потомстве одним родителем – матерью (или же совместную заботу о потомстве родственниками матери). Подобный эволюционно-психологический сценарий в обозримом будущем ставит под сомнение широко обсуждаемый в гуманитарном пространстве тезис о гендерном равенстве половых ролей как минимум в частном (семейном) пространстве. С биологической точки зрения урбанизация, вероятно, приведет к росту конфликта между полами, а не к стиранию границ между последними в вопросах заботы о потомстве, к дифференциации, а не к унификации половых ролей в семье. Такой сценарий обусловлен, прежде всего, объективными биологическими причинами, а именно: нестабильностью уровня родительской заботы, оказываемого каждым из полов в условиях растущего давления полового отбора на представителей мужского пола.

Выводы

В работе представлен анализ репродуктивного поведения мужчин в условиях растущей популяционной плотности, проведенный в три этапа. Визуализация фактических данных опроса показала выраженное влияние урбанизации на стратегии полового поведения мужчин. Согласно полученным ответам респондентов, моногамные половые связи в условиях большого города возникают в 2 раза реже. Дальнейшая оценка индекса I_s (возможность для отбора) также указывает на незначительный рост полового отбора среди мужчин в условиях мегаполиса.

В ходе данного исследования нами была разработана обобщенная линейная модель с отрицательным биномиальным распределением отклика, подтвердившая достоверное влияние популяционной плотности на рост средних показателей количества партнёров у мужчин. При этом рост предсказанных значений согласно представленной

модели сопровождается и ростом дисперсии $v(N_i) = \mu_i + \mu_i^2/1.292$, характерным для такой формы распределения переменной отклика. Это обстоятельство подтверждает как рост вариативности в успехе спаривания, так и согласуется с теоретически предсказанным ростом полового отбора среди мужчин в условиях крупных городов.

Выявлено выраженное влияние фактора возраста на репродуктивное поведение мужчин. Так, у старшей возрастной группы (мужчины старше 41 года) наблюдается максимум как предсказанного количества половых партнеров, так и индивидуальная вариабильность по этому показателю, а обе группы молодых мужчин до 30 лет показали соответственные минимумы в величинах этих показателей. Таким образом, рост в количестве партнеров (а также индивидуальная вариабильность) наблюдается с увеличением возраста и максимально проявляется в крупных городах (Москва и Санкт-Петербург).

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-313-90010 и в соответствии с планом научно-исследовательских работ Института этнологии и антропологии РАН.

Сведения об авторах

Бутовская Марина Львовна, член-корр. РАН, проф., д.и.н.;
ORCID ID: 0000-0002-5528-0519; marina.butovskaya@gmail.com;
Семенова Ольга Владимировна; ORCID ID: 0000-0002-0015-243X;
m4248296@yandex.ru.

Поступила в редакцию 18.11.2019,
принята к публикации 15.01.2020.

Semenova O.V.¹⁾, Butovskaya M.L.^{1, 2, 3)}¹⁾ RAS Miklukho-Maklay Institute of Ethnology and Anthropology,
Leninsky av., 32a, Moscow, 119334, Russia²⁾ National Research University Higher School of Economics,
Myasnitskaya st., 20, Moscow, 101000, Russia³⁾ Russian State University for the Humanities,

Miusskaya sq., 6, build. 2, Moscow, 125047, Russia

URBANIZATION AND THE GROWTH OF THE INTENSITY OF SEXUAL SELECTION AMONG MALES IN MODERN RUSSIA

Introduction. The ubiquitous population shift to urban areas all over the globe, and the concurrent growth in population density, have had a profound effect on the nature of the human environment. The theory of sexual selection predicts that important aspects of the mating system such as intra-sexual competition, mate choice and parental care can be density-dependent. The goal of this study was to analyze the specifics of male sexual behavior in a modern industrial society. The objective of the study was to evaluate the parameters of sexual selection in a male sample under changing population density (in conditions of intensive urbanization processes).

Materials and methods. Data for the study were collected via an anonymous online survey in 2019. Our sample comprised 273 adult males. Quantitative analysis was conducted in programming software R using the “Lme4” package.

Results. The analyses indicates that higher levels of urbanization in the subject’s place of residence corresponds to significant increase in the number of sexual partners which is in turn associated with a growth in variability in individual levels of pre-copulatory sexual success.

Discussion. Our finding shows that the process of sexual selection is heavily influenced by the number of potential mates. We concluded that the pressure of sexual selection among males rises in a big city or a metropolis. The theory predicts that under the pressure of increasing strength of sexual selection the development of competitive traits in the selected sex could be detected, which in turn diminish its parental investment. As an evolutionary outcome, urbanization and a growth of population density can induce the replacement of cooperative biparental care models and the establishing the uniparental care – female only care models.

Keywords: sexual selection; population density; polygamy; monogamy; urbanization; parental investment

References

- Ah-King M., Gowaty P.A. *Reaction norms of sex and adaptive individual flexibility in reproductive decisions. Current Perspectives on Sexual Selection.* Springer, Dordrecht, 2015, pp. 211-234.
- Andersson M.B. *Sexual selection.* Princeton University Press, 1994.
- Arnold S.J., Wade M.J. On the measurement of natural and sexual selection: theory. *Evolution*, 1984, 38 (4), pp. 709-719.
- Bateman A.J. Intra-sexual selection in *Drosophila*. *Heredity*, 1948, 2 (3), pp. 349-368.
- Bates D., Maechler M., Bolker B., Walker S., Christensen R.H., et al. *Package ‘lme4’.* CRAN. R. Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2012.
- Bradbury J.W., Vehrencamp S.L., Gibson R. *Leks and the unanimity of female choice.* 1985.
- Clutton-Brock T. Sexual selection in females. *Animal behavior*, 2009, 77 (1), pp. 3-11.
- Cohen B. Urbanization, City growth, and the New United Nations development agenda. *Cornerstone*, 2015, 3 (2), pp. 4-7.
- Courtial A, Raymond M., Godelle B., Ferdy J.B. Mate choice and human stature: homogamy as a unified framework for understanding mating preferences. *Evolution: International Journal of Organic Evolution*, 2010, 64 (8), pp. 2189-2203.
- Courtial A., Etienne L., Feron R., Godelle B., Rousset F. The evolution of mutual mate choice under direct benefits. *The American Naturalist*, 2016, 188 (5), pp. 521-538.
- Darwin C. The descent of man, and selection in relation to sex. 1871. Princeton: Princeton UP, 1981.
- Darwin C. *The origin of species and the descent of man.* Modern library, 1859.
- David-Barrett T. Network Effects of Demographic Transition. *Scientific reports*, 2019, 9 (1), p. 2361.
- Edward D.A., Chapman T. The evolution and significance of male mate choice. *Trends in Ecology & Evolution*, 2011, 26 (12), pp. 647-654.
- Emlen S.T., Oring L.W. Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. *Science*, 1977, 197 (4300), pp. 215-223.
- Eshel I., Volovik I., Sansone E. On Fisher–Zahavi’s handicapped sexy son. *Evolutionary Ecology Research*, 2000, 2 (4), pp. 509-523.
- Etienne, L., Rousset F., Godelle B., Courtial A. How choosy should I be? The relative searching time predicts evolution of choosiness under

- direct sexual selection. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2014, 281 (1785), DOI: 10.1098/rspb.2014.0190.
- Fisher R.A. *The genetical theory of natural selection*. Oxford: Clarendon Press, 1930, 272 p.
- Fisher R.A. Frequency distribution of the values of the correlation coefficient in samples from an indefinitely large population. *Biometrika*, 1915, 10 (4), pp. 507-521.
- Flegr J., Blum A.E., Nekola O., Kroupa J. What people prefer and what they think they prefer in short- and long-term partners. The effects of the phase of the menstrual cycle, hormonal contraception, pregnancy, and the marital and the parenthood status on partner preferences. *Evolution and Human Behavior*, 2019, 1 (1), 40 (1), pp.112-125.
- Fromhage L., Jennions M.J. The Strategic Reference Gene: an organismal theory of inclusive fitness. *Proceedings of the Royal Society*, 2018, 1805 (10681), DOI: 10.1098/rspb.2019.0459.
- Fromhage L., Jennions M.J. Coevolution of parental investment and sexually selected traits drives sex-role divergence. *Nature communications*, 2016, 7, p. 12517. DOI: DOI: 10.1038/ncomms12517.
- Gomez D., Huchard E., Henry P.Y., Perret M. Mutual mate choice in a female dominant and sexually monomorphic primate. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2012, 147 (3), pp. 370-379.
- Gowaty P.A., Hubbell S.P. Reproductive decisions under ecological constraints: it's about time. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2009, 106 (Supplement 1), pp. 10017-10024.
- Hubbell S.P., Johnson L.K. Environmental variance in lifetime mating success, mate choice, and sexual selection. *The American Naturalist*, 1987, 130 (1), pp. 91-112.
- Janetos A.C. Strategies of female mate choice: a theoretical analysis. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 1980, 7 (2), pp. 107-112.
- Jennions M.D., Petrie M. Variation in mate choice and mating preferences: a review of causes and consequences. *Biological Reviews*, 1997, 72 (2), pp. 283-327.
- Jones A.G. On the opportunity for sexual selection, the Bateman gradient and the maximum intensity of sexual selection. *Evolution: International Journal of Organic Evolution*, 2009, 63 (7), pp. 1673-1684.
- Jones A.G., Ratterman N.L. Mate choice and sexual selection: what have we learned since Darwin? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2009, 106 (Supplement 1), pp. 10001-10008.
- Klug H., Heuschele J., Jennions M.D., Kokko H. The mismeasurement of sexual selection. *Journal of evolutionary biology*, 2010, 23 (3), pp. 447-462.
- Kokko H., Mappes J. Sexual selection when fertilization is not guaranteed. *Evolution*, 2005, 59 (9), pp. 1876-1885.
- Kokko H., Jennions M.D. Parental investment, sexual selection and sex ratios. *Journal of evolutionary biology*, 2008, 21 (4), pp. 919-948.
- Kokko H., Rankin D.J. Lonely hearts or sex in the city? Density-dependent effects in mating systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2006, 361 (1466), pp. 319-334.
- Kokko H., Klug H., Jennions M.D. Unifying cornerstones of sexual selection: operational sex ratio, Bateman gradient and the scope for competitive investment. *Ecology Letters*, 2012, 15 (11), pp. 1340-1351.
- McNamara J.M., Gasson C.E., Houston A.I. Incorporating rules for responding into evolutionary games. *Nature*, 1999, 401 (6751), p. 368.
- Nielsen K. The private parts of animals: Aristotle on the teleology of sexual difference. *Phronesis*, 2008, 53 (4-5), pp. 373-405.
- Petts R.J., Knoester C. Paternity Leave Taking and Father Engagement. *Journal of marriage and family*, 2018, 80 (5), pp. 1144-1162.
- Pomiankowski A. Sexual selection: the handicap principle does work—sometimes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological sciences*, 1987, 231 (1262), pp. 123-145.
- Priklopil T., Kisdí E., Gyllenberg M. Evolutionarily stable mating decisions for sequentially searching females and the stability of reproductive isolation by assortative mating. *Evolution*, 2015, 69 (4), pp. 1015-1026.
- Punzalan D., Rodd F.H., Rowe L. Temporally variable multivariate sexual selection on sexually dimorphic traits in a wild insect population. *The American Naturalist*, 2010, 175 (4), pp. 401-414.
- Remes V., Freckleton R.P., Tokolyi J., Liker A., Szekeley T. The evolution of parental cooperation in birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2015, 11 (3), 112 (44), pp.13603-13608.
- Shuster S.M., Wade M.J. *Mating systems and strategies*. Princeton University Press, 2003.
- Sutherland W.J. Chance can produce a sex difference in variance in mating success and explain Bateman's data. *Animal Behaviour*, 1985, 33 (4), pp. 1349-1352.
- Trivers R.L. *Parental investment and sexual selection*. In: Campbell, B. (Ed.), *Sexual Selection and the Descent of Man 1871–1971*. Aldine, Chicago, 1972, pp. 136–179.
- Wickham H. *Ggplot2: elegant graphics for data analysis*. Springer, 2016.
- Yongnian Z., Litao Z., Tong S.Y. *China's Great Urbanization*. Taylor & Francis, 2016.

Information about Authors

Butovskaya Marina L., corresponding member RAS, prof., DSc.; ORCID ID: 0000-0002-5528-0519; marina.butovskaya@gmail.com; *Semenova Olga V.*, Researcher, ORCID ID: 0000-0002-0015-243X; m4248296@yandex.ru.