

МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ СТАРЕНИЯ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ЖИЗНИ

(тематическая подборка)

ВСТУПЛЕНИЕ

В настоящее время во всех развитых странах мира происходят одни и те же демографические процессы — продолжительность жизни увеличивается, число пожилых людей возрастает, а число рождающихся детей падает. Эти тенденции вызывают обоснованное беспокойство, поскольку в связи с увеличением доли пожилых лиц в различных странах возникает опасность чрезмерного увеличения социальной нагрузки на молодую и работоспособную часть населения. Кроме того, из-за старения населения возрастает заболеваемость и инвалидизация.

Прежде чем знакомиться с содержанием статей в настоящей подборке, посмотрим на проблему целиком. Действительно, начиная с 1840-х гг. продолжительность жизни в развитых странах мира увеличивалась по линейному закону со средней скоростью 2,5 года за десятилетие (рис. 1). В настоящее время нет видимых причин, по

которым этот рост мог бы прекратиться [1]. То, что страны, ранее не входившие в число лидеров, со временем вырываются вперед, означает, что продолжительность жизни в них во время “рывка” увеличивается значительно быстрее, чем у лидера [2].

В последние годы все чаще разгораются дискуссии о том, ограничены ли вообще пределы жизни. В связи с тем, что данные по старению человека довольно ограничены, в этих дискуссиях большую роль играют результаты, полученные на животных [2]. Так, американский энтомолог и биодемограф Дж. Кэри, проведя опыты с популяцией средиземноморских плодовых мушек *Medfly* объемом в миллион особей, обнаружил удивительный факт. Оказалось, что при средней продолжительности жизни мушек около 50 дней естественная гетерогенность популяции приводит к тому, что самая долгоживущая мушка прожила более 200 дней [3]. Мало того, было обнаружено, что смертность (т. е. вероятность умереть в течение ближайшего отрезка времени) у всех живых существ с увеличением возраста выше некоторого предела сначала начинает замедляться, а затем даже падать [4]. Хотя эти данные пока плохо распространяются на человека по причине недостаточного объема имеющейся выборки, имеются веские основания для того, чтобы в этом не сомневаться. Как эти, так и другие подобные результаты привели Дж. Кэри к мысли об отсутствии естественного предела продолжительности жизни в природе [5].

С другой стороны, американский биодемограф С. Ольшански активно защищает противоположную точку зрения. По его мнению, в настоящее время продолжительность жизни у человека практически достигла своего предела [6]. В 2004 г. журнал “*Journal of Gerontology*” провел дискуссию, посвященную вопросам старения и продолжительности жизни, в которой приняли участие ведущие специалисты из разных стран мира. В этой дискуссии известный американский биолог Леонард Хейфлик утверждает, что никакие вмешательства не могут замедлить, остановить или обратить процесс старения у человека [7]. Что касается увеличения продолжительности жизни, говорит он, то она происходит исключительно из-за сокращения смертности от различных болезней — как детских, так и старческих. Механизм старения — общий для всех живущих на Земле существ — остается пока незатронутым и вообще не ясно, можно ли на него каким-либо образом воздействовать.

Мы придерживаемся той же точки зрения — если человек на протяжении всей своей жизни не болеет и не

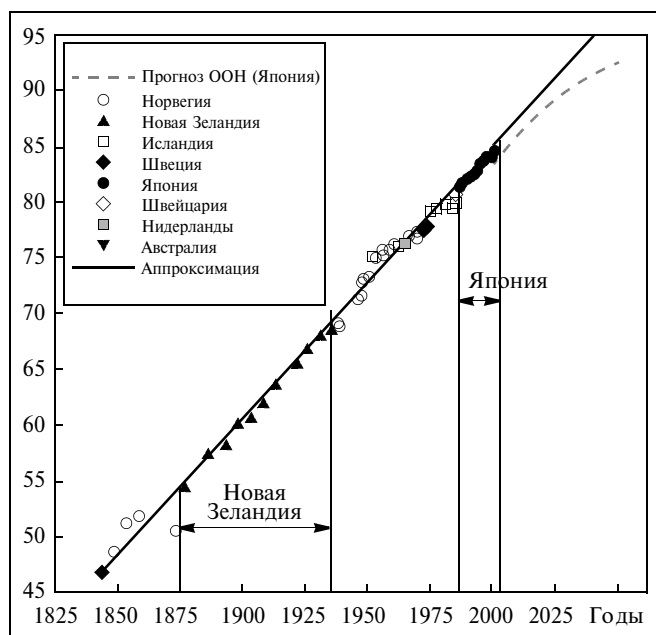


Рис. 1. Изменение средней продолжительности жизни женщин в странах-лидерах ([1], с изменениями):

за 160 лет продолжительность жизни увеличилась на 40 лет, причем постоянно происходила смена страны-лидера; с 1875 и до Второй мировой войны лидировала Новая Зеландия, а в последнее время вперед вырвалась Япония



попадает ни в какую ситуацию, связанную с риском преждевременной смерти, то максимальная продолжительность жизни может составить около 140 лет [8]. Эта оценка, похоже, сохранится на данном этапе развития человечества.

Другой демографической проблемой (по своим последствиям тесно связанной с увеличением продолжительности жизни) является сокращение деторождения. Как в Европе, так и в США, Японии и Канаде число детей, рождаемых в среднем каждой женщиной на протяжении ее жизни, в настоящее время составляет примерно 1,4. В то же время известно, что для сохранения постоянства уровня населения (без учета миграции) необходимо, чтобы каждая женщина рожала чуть больше двух детей. Поэтому в ближайшие десятилетия ожидается резкое изменение структуры населения крупнейших регионов (и прежде всего, Европы). Континенты Африка и Азия уйдут далеко вперед, обогнав нынешние ведущие центры цивилизации, не говоря уже о России. Иммиграция в любых мыслимых пределах не в силах предотвратить эту тенденцию. Сегодня демографы боятся последствий этого переворота и рискуют прогнозировать последствия лишь при условии, что деторождение в Европе в ближайшее время (практически немедленно) возрастет до 1,5—1,8 [9]. Даже при таких оптимистических предположениях население пятнадцати ведущих стран Европы к 2050 г. уменьшится с нынешних 375 до 300 млн. чел. Через 30 лет доля пожилых людей возрастет с 25 до 42%, да и то в лучшем случае [10]. Однако существующие в Европе представления об идеальном размере семьи никак не учитывают этих угроз [11].

Разумеется, все представленные выше данные носят в основном описательный характер. Более глубокие процессы, связанные с причинами этих явлений и с возможными способами воздействия на них, до сих пор находятся в зачаточном состоянии. Хотя в последнее время общественный интерес к проблемам демографии и к наукам, посвященным анализу процессов старения (геронтологии и биогеронтологии) и медицине для пожилых людей (гериатрии) резко возрос, механизмы управления этими процессами (как естественные, так и искусственные, “техногенные”) до сих пор остаются непознанными. В настоящее время специалисты различных дисциплин во всем мире стараются понять, как связаны причины этих изменений с физиологическими и генетическими факторами. Расшифровка генома человека и дрозофилы показала удивительную их близость — около 80% генов оказались общими. Это обстоятельство подтверждает важность экспериментов на животных и возможность использования получаемых данных для человека [12]. По крайней мере, число публикаций, в которых анализируются проблемы человеческих болезней на материале мушиных популяций, с начала XXI в. резко увеличилось (рис. 2).

Проблемы старения и долгожительства перестают быть достоянием только демографов, биогеронтологов и гериатров. Они становятся предметом анализа все более широкого круга наук, и в частности, теории управления.

Существует ли связь между процессами увеличения продолжительности жизни и сокращения деторождения? В биодемографической литературе эта проблема анализируется с точки зрения распределения ресурсов организма между двумя процессами: поддержания организма и производства потомства, которые рассматрива-

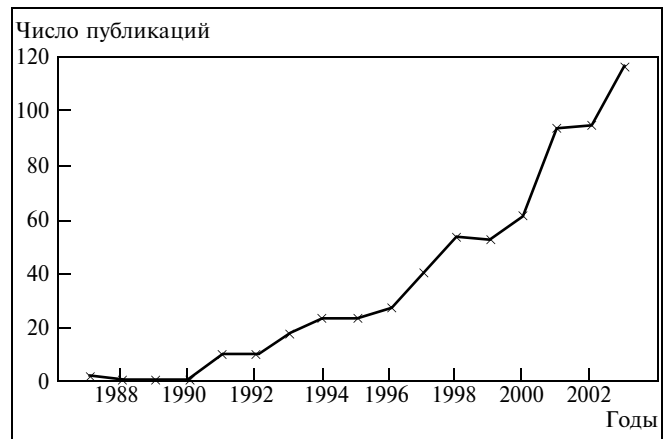


Рис. 2. Рост числа ежегодных публикаций в ведущих журналах мира, посвященных исследованию старения и развития заболеваний у человека на основе популяций плодовой мушки

ются в качестве конкурентов. Каковы естественные механизмы, управляющие процессом “переброса” и использования энергии, освобождающейся у организмов, которые не рожают потомков? Приводит ли само по себе сокращение рождаемости к увеличению продолжительности жизни? Для животных этот факт многократно доказан экспериментально, но для человека пока имеются лишь отдельные публикации, подтверждающие его [13]. До сих пор не ясен вопрос о том, одинаковы ли механизмы, приводящие к увеличению продолжительности жизни у человека и у экспериментальных животных, которые находятся в “идеальных” условиях жизни.

В настоящей подборке в основном представлены работы, выполненные российскими учеными в сотрудничестве с Институтом демографических исследований Общества Макса Планка (г. Росток, Германия), где много лет лабораторией современных статистических методов руководил А.И. Яшин. В настоящей подборке проблемы, связанные со старением и продолжительностью жизни у организмов, принадлежащих к различным биологическим видам, анализируются методами математического моделирования. Математическое моделирование представляет собой все более широко распространяющийся способ анализа сложных систем различной природы [8]. Такой анализ позволяет взглянуть на проблемы современной демографии и геронтологии глазами специалиста по теории управления.

Одной из причин публикации является желание привлечь к обсуждаемым проблемам внимание более широкого круга российских ученых и специалистов. Обсуждение этих проблем мы планируем продолжить в одном из выпусков журнала в 2005 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Oeppen J., Vaupel J.W.* Demography. Broken limits to life expectancy // *Science*. 2002. — Vol. 296: — P. 1029—1031.
2. *Arking R., Novoseltsev V., Novoseltseva J.* The human life span is not that limited: the effect of multiple longevity phenotypes // *Journ. Geront. Biol.* — 2004. — Ser. 59a: — P. 697—704.

3. *Carey J. R.* How mediterranean fruit flies resist aging, live long and remain fertile. In: *Paradoxes of longevity* / Robine J.-M., Forette B., Franceschi C. and Allard M., Eds. — N.-Y., 1999. — P. 23–34.
4. *Vaupel J. W., Carey J. R., Christensen K.*, et. al. *Biodemographic Trajectories of Longevity* // *Science*. — 1998. — Vol. 280. — P. 855–860.
5. *Carey J. R.* *Insect biodemography* // *Ann. Rev. Entomol.* — 2001. — Vol. 46. — P. 79–110.
6. *Carnes B.A., Olshansky S.J., Grahn D.* Biological evidence for limits to the duration of life // *Biogerontology*. — 2003. — Vol. 4. — P. 31–45.
7. *Hayflick L.* “Anti-aging” is an oxymoron // *Journ. Geront. Biol.* — 2004. — Ser. 59a. — P. 573–578.
8. *Новосельцев В. Н.* Математическое моделирование организма // *Наука в России*. — 2003. — № 1. С. 52–58.
9. *Lutz W., O'Neill B.C., Scherbov S.* Europe's population at a turning point // *Science*. — 2003. — Vol. 299. — P. 1991–1992.
10. *Goldstein J., Lutz W., Testa M.R.* The emergence of sub-replacement family size ideals in Europe // *Pop. Res. Policy Review*. — 2003. — Vol. 22. — P. 479–496.
11. *Goldstein J., Lutz W., Scherbov S.* Long-term population decline in Europe: the relative importance of tempo effects and generation length // *Pop. Dev. Review*. — 2003. — Vol. 29. — P. 699–707.
12. *O'Kane C. J.* Modelling human diseases in *Drosophila* and *Caenorhabditis* // *Seminars in Cell & Dev. Biol.* — 2003. — Vol. 14. — P. 3–10.
13. *Gavrilova N. S., Gavrilov L. A., Semyonova V. G., Evdokushkina G. N.* Does exceptional human longevity come with a high cost of infertility? // *Ann. N. Y. Acad. Sci.* — 2004. — Vol. 1019. — P. 513–517.

В. Н. Новосельцев

☎ (095) 334-88-91

E-mail: Novoselc@ipu.rssi.ru



УДК 577.71:519.95

НОВЫЕ ИДЕИ, МЕТОДЫ И ПРОБЛЕМЫ В МОДЕЛИРОВАНИИ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ СТАРЕНИЯ

А.И. Яшин, С.В. Украинцева

Университет Дьюка, г. Дюрам, США

Отмечено, что традиционные демографические методы анализа заболеваемости, смертности и других характеристик человеческих и других популяций в целях упрощения расчетов не принимают во внимание два важных свойства, определяющих связь любой популяции с внешней средой. Первое связано с различиями в шансах заболеть и умереть среди индивидуумов, составляющих популяцию, второе — с наличием зависимости между жизненно важными биологическими характеристиками (такими, как продолжительность жизни, возраст начала заболевания и т. п.) у генетических родственников и индивидуумов, имеющих общие культурные и другие жизненные стандарты. Рассмотрены подходы к моделированию старения и выживания с учетом указанных свойств в динамике популяций; а также сформулирован ряд нерешенных проблем в области моделирования и управления при наличии неполной информации. Обсуждены перспективные биологические гипотезы, которые могут быть исследованы с помощью новых моделей.

ВВЕДЕНИЕ

Каждая реальная популяция обладает определенной структурой и особенностями, которые часто имеют латентный характер и описываются скрытыми переменными и параметрами. Изучение таких структур и особенностей улучшает возможности предвидения реакций наблюдаемых популяционных характеристик (таких, как заболеваемость, инвалидность и смертность) на изменения внешних факторов. Одной из ненаблюдаемых

характеристик является индивидуальная предрасположенность к заболеваниям и гибели (уязвимость). Индивидуальные различия в уязвимости характеризуют неоднородность популяции и подчиняются определенным закономерностям, которые могут быть описаны вероятностными функциями распределения с неизвестными параметрами. Еще один необходимый элемент описания касается функции риска: она должна зависеть от уровня уязвимости (ненаблюдаемой) и наблюдаемых переменных. Возраст индивидуума может быть одной из