

ОБ ОДНОЙ МОДЕЛИ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА

Гилязова А.А.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН
giliazova@mail.ru

Аннотация: В данной работе исследуется модель предела демографического роста, обусловленного соотношением доступности белковой и калорийной пищи для населения.

Ключевые слова: демографический переход, численность населения, белковый лимит, калорийный лимит, нутрициальная модель демографического роста.

Введение

Прогнозирование демографического роста является важным для государственной политики большинства стран, включая Россию. Например, показано, что демографические показатели связаны с рядом экономических показателей, в частности, с ценами на жилую недвижимость. [1] Одной из широко известных концепций является концепция демографического перехода [2], согласно которой наблюдаемое в настоящее время снижение темпов рождаемости во многих странах мира чаще всего увязывают прежде всего с социально-психологическими причинами: повышение уровня образованности женщин, изменение культурных установок и т.д. В данной работе рассматривается модель демографического перехода, основанная не на психологическом, а нутрициальном подходе. Многие демографические эффекты, по-видимому, являются не следствием, а причиной для социально-культурных изменений, что следует учитывать при разработке методов управления.

1 Модель демографического перехода

Рассмотрим несколько подробней известную модель демографического перехода.

Она состоит из 5 стадий.

Стадия 1. Доиндустриальное общество (все страны до конца XVIII века). Уровни рождаемости и смертности высокие и примерно равны друг другу (30-50 на тысячу). Предел численности населения ограничен производством пищи. В случае высоких урожаев численность населения может расти. В случае низких урожаев возможен голод и уменьшение численности населения. Если численность населения уменьшилась по другим причинам, например из-за войн или эпидемий, то потом постепенно увеличивается до указанного предела по логистической функции. Результирующий рост населения очень медленный, ниже 0,05%, на протяжении большей части истории человечества, – по крайней мере, со времён революции в сельском хозяйстве, произошедшей около 10000 лет назад. Для удвоения численности населения на этой стадии требовалось более тысячи лет. Для сравнения: с 1804 г. по 1999 г., т.е. примерно за два столетия, численность населения мира увеличилась с 1 млрд. до 6 млрд. чел. (Рис. 1).

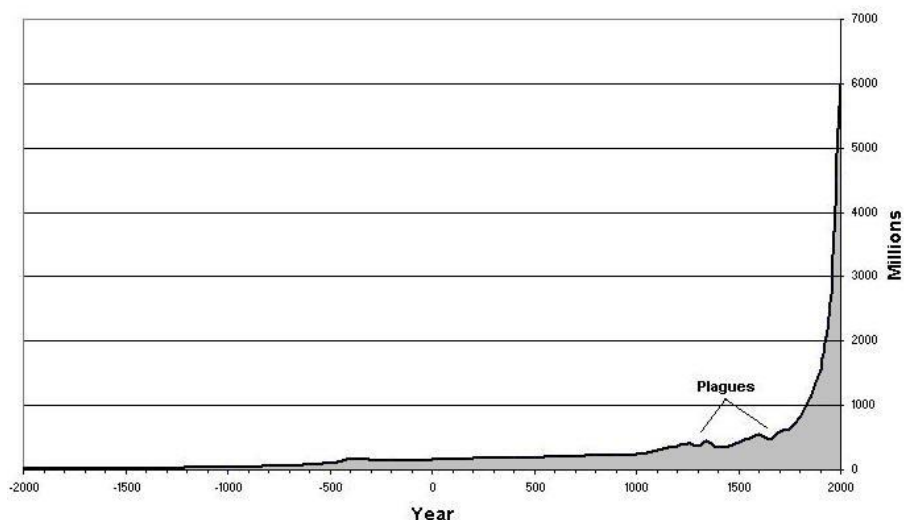


Рис. 1. Приблизительная численность человечества на протяжении 4 000 лет. [2]

Стадия 2. Развивающиеся страны. Прогресс в медицине и сельском хозяйстве приводит к резкому снижению уровня смертности при сохранении высокого уровня рождаемости, в результате чего происходит «демографический взрыв», т.е. быстрое увеличение численности населения. Данную стадию европейские страны, а также Россия, прошли в XIX веке. Некоторые развивающиеся страны, например Египет, как предполагается, остались на этой стадии в так называемой «демографической ловушке», при которой продолжающийся рост населения не обеспечивается достаточным экономическим ростом, что приводит к снижению среднего уровня благосостояния населения и росту политической нестабильности.

Стадия 3. Резкое снижение темпов рождаемости, причинами чего называют: урбанизацию, распространение контрацепции, женского образования и прочие. При этом, например, в северной Европе снижение темпов рождаемости произошло в конце XIX века – до широкого распространения контрацепции и женского образования. В Саудовской Аравии снижение темпов рождаемости произошло, несмотря на патриархальный религиозный уклад.

Стадия 4. Развитые страны. Низкие темпы рождаемости и смертности, примерно равные друг другу. Общая численность населения в разы выше, чем была на Стадии 1. Имеются риски, связанные с так называемым старением населения – повышением доли людей пожилого возраста, что создаёт дополнительную экономическую нагрузку для государства в связи с пенсионными обязательствами.

Стадия 5. Прогнозы дальнейшей динамики различаются в соответствии с различными гипотезами: а) рождаемость продолжит уменьшаться из-за изменений культурных ценностей, б) рождаемость увеличится из-за естественного отбора.

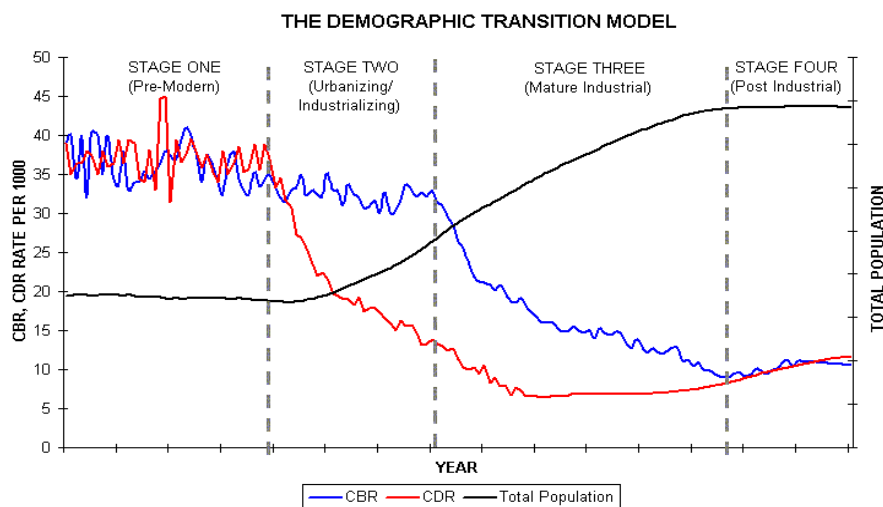


Рис. 2. Иллюстрация модели демографического перехода [2].

2 Мотивация для модификации модели

Модель демографического перехода довольно хорошо описывает «симптомы» происходящих в современной демографии событий (ср. Рис. 2, 3). Тем не менее их предполагаемые социально-культурные причины, как указывалось выше, далеко не всегда сопутствуют этим событиям, что может быть признаком того, что реальные причины имеют другую природу. Кроме того, указанная модель предполагает, что на протяжении практически всей истории демографические показатели преимущественно находились в зависимости от доступности продуктов питания (стадии 1-2), несмотря на многообразие культур. Тогда как именно в исторически недавнем времени они стали зависеть в большей степени от культурных ценностей (стадии 3-4), несмотря на сохраняющееся многообразие культур. В данной работе рассматривается модель, в которой такого изменения причинности не происходит и демографические показатели остаются в преимущественной зависимости от доступности продуктов питания (нутрициальный подход), в первую очередь – доступности белковой пищи.

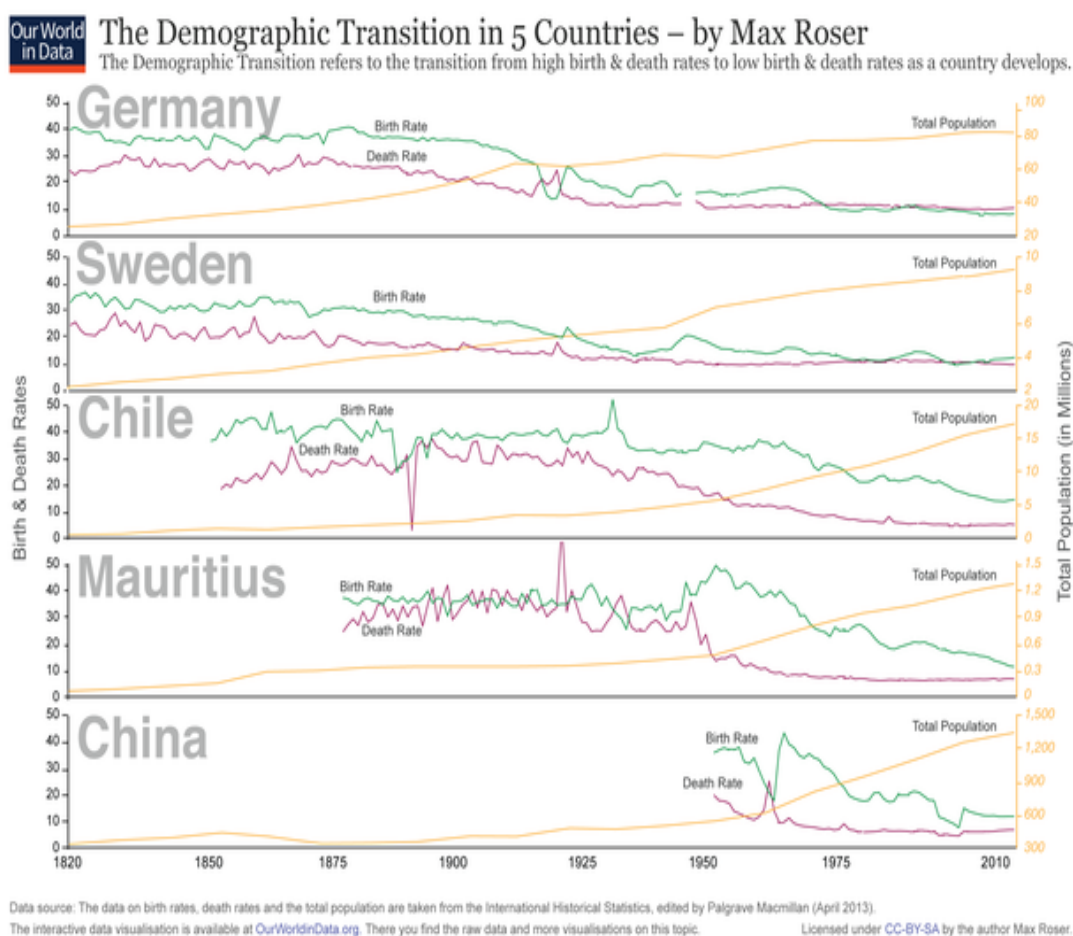


Рис. 3. Демографический переход в Германии, Швеции, Чили, Маврикии, Китае с 1820 по 2010 гг.

3 Почему модель особо выделяет роль белковой пищи

В данной работе предлагается отдельно рассматривать изменение производства продуктов питания по следующим группам: а) белковая пища, б) калорийная пища – источник жиров и углеводов, в) прочее – питьевая вода, витамины, микроэлементы.

В основном рассматривается доступность белковой пищи, в связи со следующими соображениями.

- а) Доступность. Несмотря на то, что революция в сельском хозяйстве привела к росту производства всех типов продуктов питания, этот рост не был равномерным по рассматриваемым группам. Так, для России прогресс в развитии систем водоснабжения в существенной степени улучшил обеспеченность населения питьевой водой (особенно городского населения). Прогресс в селекции и методах ведения сельского хозяйства позволил сделать массово доступными ряд продуктов, таких как хлеб, крупы и др. Прогресс в химии и биологии позволил сделать доступными многие витамины и микроэлементы в

виде пищевых добавок. По отдельным позициям в различных регионах и группах населения возможны дефициты, но предполагается технически и экономически возможным для государства их решить. Тем не менее, продукты питания, являющиеся источниками белка, как например мясо и рыба, являются дорогостоящими для большей доли населения, т.е. труднодоступными. Это обусловлено высокой стоимостью производства этих продуктов. Так, для производства животного мяса требуется в течение некоторого времени кормить животное кормами растительного происхождения, в связи с чем очевидно, что получаемый продукт стоит дороже, чем такие растительные продукты. В нерыночной экономике, например советской, где цена продуктов регулировалась государством, они всё равно оставались труднодоступными (дефицит).

- б) Сложность хранения и транспортировки. Тогда как некоторые углеводные продукты, например рафинированный сахар, могут храниться годами при комнатной температуре, продукты, богатые белками, зачастую являются скоропортящимися и требуют особых условий для хранения (заморозка, консерванты), что увеличивает их стоимость и дополнительно снижает доступность.
- в) Заменяемость. Человеческий организм может производить жиры и углеводы из жиров, углеводов и белков, а также запасать их на длительное время в виде жиров. В то же время белки требуется регулярно получать из пищи именно в виде белков. В данной работе для простоты модели не рассматривается разнообразие незаменимых аминокислот, которое данную ситуацию ещё усложняет.
- г) Торгуемость. Указанная выше сложность хранения и транспортировки ограничивает возможность обеспечивать регионы белковой пищей за счёт торговли. В связи с чем эта обеспеченность в существенной степени привязана к географическому фактору.
- д) Качество. Увеличение производства белковой пищи зачастую связано с ухудшением её качества из-за загрязнения гормонами, антибиотиками и проч., что не всегда происходит при росте производства богатой углеводами пищи, например круп и фруктов, которое может быть достигнуто за счёт увеличения сельскохозяйственных площадей. Данный фактор отчасти связан с упоминаемой выше географической зависимостью производства белковой пищи, поскольку вблизи потребителей, таких как крупный город, может быть недостаточно возможностей для сельскохозяйственного производства, и в этом случае калорийную пищу можно транспортировать издалека, тогда как производство белковой требуется наращивать вблизи в ущерб качеству. Увеличение транспортировки издалека такого вида пищи зачастую сопряжено с её загрязнением различными консервантами.

Таким образом, хотя революция в сельском хозяйстве сделала все виды продуктов питания более доступными, чем раньше, но рост степени этой доступности не был равномерным по рассматриваемым группам в разных странах.

Наилучший прогресс, по-видимому, достигнут по обеспечению калорийной пищей, богатой углеводами и/или жирами. В настоящее время эта группа продуктов питания хорошо поддаётся хранению и транспортировке, в результате чего можно считать, что для калорийной пищи лимит является экономическим. Обеспеченность питьевой водой во многом зависит от географического региона. Обеспеченность витаминами и микроэлементами зависит от региона, но может в широкой степени регулироваться за счёт применения пищевых добавок.

Обеспеченность белковой пищей для ряда географических регионов России является более низкой относительно других рассматриваемых групп продуктов питания и трудно поддаётся увеличению из-за указанных выше факторов – дороговизна, сложность транспортировки.

Поскольку, как говорилось выше, модель использует нутрициальный подход, то предполагается, что предел численности населения ограничивается сверху доступностью продуктов питания. Поскольку белки нельзя заменить продуктами питания из других групп, то устанавливаемый ими предел численности нельзя преодолеть за счёт увеличения потребления других продуктов, а также за счёт изменения культурных ценностей и т.п.

Такая ситуация, когда предел численности населения, предположительно, ограничен сверху количеством доступной белковой пищи, для краткости предлагается называть **белковым лимитом**.

4 Виды лимитов

Под **лимитом** в данной модели подразумевается предел численности населения, обусловленный доступностью продуктов питания, рассматриваемых отдельно по упоминавшимся

выше группам: а) белковая пища: белковый лимит, б) калорийная пища – источник жиров и углеводов: калорийный лимит, в) прочее – питьевая вода, витамины, микроэлементы.

Если эти лимиты для разных групп продуктов питания неодинаковы, то численность населения будет ограничиваться наиболее низким из них, не поддающимся замене на другие доступные группы продуктов.

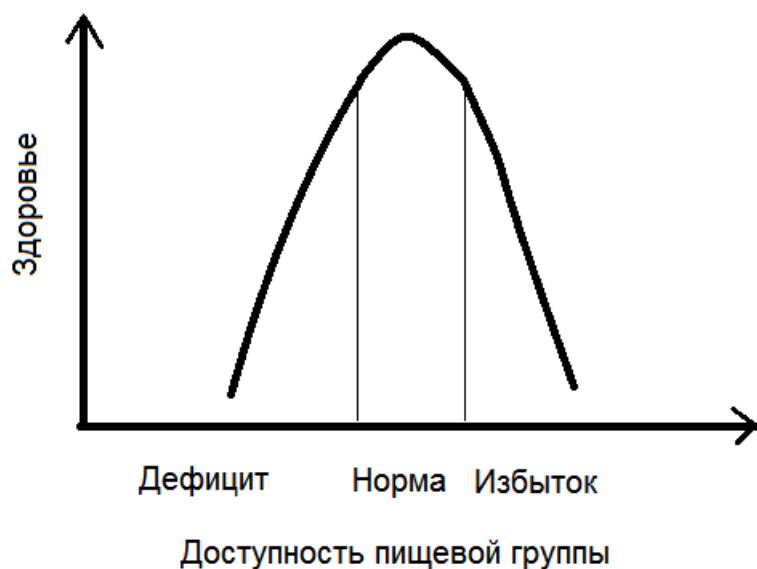


Рис. 4. Иллюстрация понятия нормы.

Как показано на Рис. 4, этот лимит представляет из себя некоторый диапазон, в пределах которого здоровье населения при данной численности будет близким к оптимальному. При дальнейшем увеличении численности населения или его потребности в данной группе продуктов при сохранении доступности на прежнем уровне будет нарастать дефицит. В зависимости от типа экономического распределения он может проявляться по-разному. Если распределение является равномерным, что возможно при плановой экономике, то дефицит приведёт к постепенному ухудшению здоровья всего населения. Если распределение неравномерное, как в рыночной экономике, то в обеспеченных группах населения дефицита нет, а в менее обеспеченных группах населения он может быть критическим, вызывая негативные последствия: ухудшение здоровья и/или социально-политические действия, например, снижение политической стабильности или рост эмиграции.

Избыток потребления пищевой группы возможен, например, в ситуации, когда они объединены в одном продукте питания, причём имеющем низкое содержание одного типа веществ и высокое – другого типа. Тогда для получения достаточного количества первого типа веществ (например, белков) человеку приходится потреблять избыточное количество второго (например, углеводов), что может вести к негативным последствиям для здоровья в связи с ожирением.

Лимиты можно рассматривать по степени привязки к региону:

- а) географические – высокая степень привязанности производства к региону, низкие возможности транспортировки,
- б) экономические – обеспеченность региона может быть улучшена за счёт торговли и, таким образом, во многом определяется экономической целесообразностью.

Научно-технический прогресс может превращать географические лимиты в экономические.

Лимиты можно рассматривать по степени жёсткости:

- а) мягкие – при росте населения может увеличиться и производство данной группы продуктов, увеличив и сам лимит,
- б) гибкие – зависят от различных факторов, например экономических, но поддаются целенаправленному государственному регулированию,
- в) жёсткие – увеличение такого лимита является технически или экономически крайне сложным в обозримой перспективе.

Научно-технический прогресс может снижать степень жёсткости лимита.

Процесс перехода происходит по известной S-образной логистической кривой $P(t) = \frac{1}{1+e^{-t}}$, где P – численность населения, t – время, численность населения по достижении лимита после перехода принята за 1, численность населения до начала перехода принята за 0.

5 Описание предлагаемой модели белкового лимита

Стадия 1. Так же, как в классической модели демографического перехода. Уровни рождаемости и смертности высокие и примерно равны друг другу. Предел численности населения ограничен производством пищи.

Стадия 2. На этой стадии предлагается отдельно рассматривать демографические эффекты, вызванные снижением смертности за счёт достижений медицины, и демографические эффекты, вызванные увеличением предела численности населения за счёт увеличения производства продуктов питания благодаря достижениям в сельском хозяйстве. Хотя исторически эти процессы происходили близко по времени, но в разных странах они могли быть внедрены в разной степени.

В данной работе рассматривается только влияние революции в сельском хозяйстве, отдельно для белковой пищи и других групп продуктов питания.

На этой стадии происходит рост доступности всех групп продуктов питания, что вызывает увеличение предела численности населения. До тех пор, пока этот предел не достигнут, население имеет возможность быстро расти и остаётся на этой стадии. Если уровень смертности остаётся высоким и компенсирует рост рождаемости, то численность населения может установиться ниже пищевого лимита, но такое равновесие, скорее всего, будет неустойчивым и сохранятся возможности для роста численности в случае снижения смертности или роста рождаемости. Возможным отличительным признаком такой стадии является половозрастная пирамида с численным преобладанием детей и с постепенным уменьшением доли численности населения по возрастам. Высокая смертность на этой стадии способствует низкой ожидаемой продолжительности жизни и низкой доле пожилого населения в общей численности населения.

Стадия 3. Достижение лимита по одной из групп продуктов питания. Здесь возможны, по крайней мере, два варианта:

- а) Население не снижает рождаемость. В этом случае растёт смертность до тех пор, пока смертность и рождаемость не уравновесят друг друга. Возврат на Стадию 1, но с другим лимитом.
- б) Население снижает рождаемость, до тех пор, пока её уровень не сравняется с низким уровнем смертности. Помимо культурных и социально-экономических причин данное падение рождаемости, в случае белкового лимита, может быть обусловлено медицинскими причинами, поскольку достаточное потребление белков важно для поддержания репродуктивного здоровья.

Стадия 4. Уровни рождаемости и смертности уравниваются друг друга на новом лимите. Характер протекания стадии зависит от того, какой именно лимит достигнут первым на Стадии 3, что в свою очередь зависит от географического региона.

- а) Если был достигнут калорийный лимит, являющийся экономическим, то страна оказывается в «демографической ловушке», т.е. её дальнейшее демографическое развитие определяется экономическими успехами, пока не будет достигнут белковый лимит.
- б) Если был достигнут белковый лимит, являющийся преимущественно географическим, то дальнейший экономический рост может не приводить к демографическому росту.

Важно, что потребность в белках зависит от пола и возраста. Белки являются строительным материалом для организма и их достаточное поступление с пищей является критически важным для детей в процессе их роста. Так, для детей первого года жизни суточная потребность в белке ориентировочно 5-6 г/кг веса тела, для подростков 16 лет около 2 г/кг веса тела, для взрослых людей около 1 г/кг веса тела. Потребность в белке возрастает ориентировочно на 30-50% у беременных и кормящих женщин, а также у людей, занимающихся интенсивным физическим и/или интеллектуальным трудом. Нормативы потребления белка разрабатывает Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ).

Таким образом, достижение белкового лимита может видоизменить половозрастную структуру населения в сторону его «старения», т.к. пожилым людям требуется меньше дефицитной белковой пищи. Наличие такого явления в европейских странах позволяет предположить, что в них был достигнут именно белковый лимит.

В условиях России стоит также отметить, что довольно большая доля пожилого населения проживает в сельской местности и обеспечивает себя белковой пищей самостоятельно, т.е. не за счёт белкового лимита.

Стадия 5. При сохранении уровня доступности групп продуктов питания на том же уровне лимиты должны оставаться прежними и, следовательно, численность населения должна сохраняться примерно на этом уровне. Увеличение средней длительности жизни населения имеет свои преимущества для экономики, поскольку образованное население может дольше применять свои навыки. Уменьшение среднего уровня рождаемости, необходимого для воспроизводства, за счёт снижения уровня смертности, позволяет женщинам увеличить свой экономический вклад. Все эти изменения отражаются в культуре.

Важным риском представляется низкое качество массово доступной белковой пищи, что может иметь долгосрочные последствия для здоровья населения, а через него на экономику, которая в свою очередь влияет на уровень лимитов.

6 Отличия белковой обеспеченности России и Китая

Для Китая и ряда других стран, имеющих доступ к тёплым морям, доступность белковой пищи повышена из-за рыболовства. Экономические затраты на вылов дикой рыбы в расчёте на массу белка существенно ниже, чем на выращивание крупного рогатого скота или птицы. Кроме того, может влиять распространённость сои, являющейся растительным источником белка, хоть и не с полным набором аминокислот. В России осуществляется рыболовство, но из-за больших расстояний оно не может полностью обеспечивать потребности населения в белке.

Стоит отметить, что экологические изменения могут существенно влиять на демографию. Так, если рыбные ресурсы Мирового океана истощатся, то это может существенно понизить численность населения Китая и других стран. С другой стороны, истощение рыбных ресурсов реки Волги может негативно повлиять на численность населения по её берегам.

7 Особенности белковой обеспеченности Дальнего Востока

В России есть регионы, богатые белковой пищей, как например Дальний Восток, где, по-видимому, наблюдается калорийный лимит. Население Дальнего Востока в среднем более молодое, чем по России в целом. Это объясняют высокой долей трудовых мигрантов. Однако наиболее молодое население – на Чукотке и в Якутии, тогда как мигранты в большей степени затребованы в нефтедобывающих регионах, например в Тюменской области. Данная модель объясняет этот эффект повышенной доступностью белковой пищи: на Чукотке – морская рыба, в Якутии – речная рыба в реке Лене и её притоках. С другой стороны, регион, по-видимому, находится на калорийном лимите. Сельскохозяйственное производство растительной пищи затруднено из-за суровых климатических условий, а транспортировка является очень дорогой из-за больших расстояний.

Выводы

В работе представлена модификация модели демографического перехода, предполагающая отдельное рассмотрение влияния разных составляющих рациона питания населения на демографические процессы. Рассмотрена важная роль богатого белками питания для этих процессов. Данная модель может применяться для прогнозирования демографических процессов, оптимизации управления ими, выбора направлений селекции сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Bhupal Singh, Demographic transition and asset prices: Evidence from developing countries // *International finance*, Volume 22, Issue 1, Spring 2019, pages 53-69. <https://doi.org/10.1111/inf.12138>
2. <http://pages.uwc.edu/keith.montgomery/Demotrans/demtran.htm>