

МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ДЕМОГРАФИИ

И. Г. Венецкий

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ДЕМОГРАФИИ

Демография рассматривает народонаселение не только в статике, но и в динамике. Закономерности статических процессов демографии лучше всего можно осмыслить и воспринять на основе математических и математико-статистических уравнений или неравенств, связывающих одни факторы с другими. Закономерности же динамических процессов изучаются на основе математических уравнений. Поэтому очевидно, что изучение демографических явлений и процессов предполагает хорошее знание математики и математической статистики.

Статическое изучение явлений означает рассмотрение величины уровней, измеряющих эти явления. Динамическое же изучение населения означает рассмотрение его с точки зрения социального и общественного развития.

Мнение о том, что в демографии господствуют биологические процессы, возникающие, протекающие и заканчивающиеся стихийно-случайно, а поэтому якобы теоретической основой демографии является закон больших чисел, никто сейчас из советских статистиков и демографов не разделяет. Однако никто и не отрицает некоторого влияния биологических факторов. О том, что экономика диктует свои законы биологии и физиологии, свидетельствует закон, открытый К. Марксом для капиталистического общества¹. Этот закон состоит в том, что число рождений и смертей и абсолютная величина семейств обратно пропорциональны высоте заработной платы, той массе жизненных средств, которой располагают различные категории рабочих.

Объектом изучения демографии являются большие совокупности людей, поэтому методы и приемы математики и статистики,

¹ См. К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 23, стр. 658.

разработанные для изучения массовых явлений, играют для демографии большую роль. Изучение демографических процессов и явлений состоит в наблюдении за действительностью, за фактами; нужно учиться умению научно правильно обрабатывать эти факты, выводить на основе их обработки важнейшие закономерности и делать выводы о связях и зависимостях между демографическими явлениями.

Научное познание сложных многофакторных демографических явлений и процессов требует изучения количественной и качественной определенности процессов их конкретности и числовой меры. Наука, говорил К. Маркс, только тогда достигает совершенства, когда ей удастся пользоваться математикой¹.

В настоящее время вопрос об использовании математических методов в области общественных наук и, таким образом, в области демографии не является дискуссионным. Однако в мнениях о том, какие методы следует при этом привлекать, нет полного единодушия. Существует мнение, что привлечение для изучения демографии методов математического анализа, основанного на изучении бесконечно малых, схем теории вероятностей, математической статистики — это излишняя роскошь и что в демографии достаточен элементарный счет.

Такое мнение, разумеется, нельзя признать правильным. Конечно, никто не собирается формально использовать математические и математико-статистические методы без надлежащей теоретической базы. Наоборот, правильное использование этих методов не отвергает их, а предполагает их ориентировку на теоретические положения, выведенные марксистско-ленинской материалистической философией и социально-экономическими науками. Используя математические методы в демографии, можно получить положительные результаты лишь в том случае, если не отрываться от природы демографических явлений.

На Всесоюзном совещании статистиков в апреле 1968 г. член-корреспондент АН СССР В. Н. Старовский, имея в виду применение математики, математической статистики и эвристических методов, говорил: «Сейчас новые методы должны найти широкое применение во многих отраслях экономической науки. Но положительных результатов можно достичь лишь при условии, что применение и совершенствование их будет всецело опираться на основные положения марксистско-ленинской экономической теории»².

Сейчас все более становится ясным, что без использования всех возможностей математических и математико-статистических методов нельзя исследовать и изучать сложные демографические взаимосвязи и взаимозависимости, тенденции демографических

¹ См. П. Лафарг. Воспоминания о Марксе. М., Госполитиздат, 1958, стр. 10.

² «Всесоюзное совещание статистиков. 22—26 апреля 1968. Стенографический отчет». М., «Статистика», 1969, стр. 19.

явлений и процессов, дать демографическим процессам правильную научную характеристику, указать границы полученных характеристик на вероятностной основе, получить оптимальные величины выборки, обеспечить максимальную репрезентативность полученных данных при минимальных затратах, оценить правильность той или иной гипотезы и т. д.

Наибольшее значение из математических и математико-статистических методов в демографии имеют те, которые могут быть использованы для измерения продолжительности жизни, показателей рождаемости, фертильности (плодовитости), смертности, естественного прироста, показателей стационарного и стабильного населения, перспективных исчислений ряда показателей, связанных с воспроизводством населения, и др.

Особое место в демографии занимают коэффициенты воспроизводства, обладающие, на наш взгляд, весьма серьезным недостатком. Их видимость и сущность различны. По виду они говорят нам о будущем, а на самом деле информируют о прошлом или настоящем.

Большое значение при использовании математических и математико-статистических методов в демографии имеет моделирование процессов: создание многофакторных моделей режима воспроизводства, получение интегрального уравнения роста населения, позволяющее исчислить брутто- и нетто-коэффициенты воспроизводства, создание модели стационарного и стабильного населения, расчета населения в межпереписной период, перспективных расчетов структуры и численности населения, моделей, оценивающих влияние войн на демографические характеристики, и так называемых корреляционных моделей, основываясь на которых можно предсказать качественные показатели и др.

Эти модели в формализованном математическом виде указывают на взаимосвязи, существующие между постоянными величинами — действующими факторами и результативными признаками. Представляется возможность с помощью модели соединить качественные и количественные признаки демографических явлений и процессов в одно целое.

Так, например, модель, позволяющая определить перспективный возрастно-половой состав населения, связывает возраст и пол населения с показателями рождаемости и доживаемости. Производя передвижку возрастов, мы получаем цепную динамическую модель воспроизводства населения. При этом, конечно, правильность расчетов зависит от точности используемых при этом в модели коэффициентов, от гипотез, допускаемых исследователем, и дальности перспективы.

Несомненно, что математические и математико-статистические модели не могут отразить все аспекты каждого изучаемого демографического явления и математическое понимание явления не во всех деталях полностью совпадает с его сущностью, но всегда

надо стремиться к тому, чтобы такое моделирование было как можно теснее увязано с материальной природой явлений.

Некоторые исследователи полагают, что в затруднительных положениях, требующих конкретных решений демографических задач, можно, не привлекая математики, ориентироваться на здравый смысл. Предупреждая такое заблуждение, следует иметь в виду, что нельзя удовлетворяться здравым смыслом исследователя и предоставлять решение его интуиции и критическому чутью. Конечно, интуицию никакая математическая формула не заменит. Но с одним здравым смыслом дальше постановки вопросов в большинстве случаев не пойдешь: критическое чутье способно возбудить сомнения, но разрешить их не в силах.

Особое значение математика и теория вероятностей начали приобретать с возникновением страховых учреждений, вся деятельность которых в области страхования жизни привела к тому, что смертность сделалась предметом изучения математики и математической статистики. В течение более чем 150 лет страховое дело строится на точном математическом расчете при исчислении тарифов и денежной оценки прав и обязанностей сторон в течение времени действия договоров страхования.

«...Страховые кампании в капиталистических странах уже не первое столетие исчисляют по таким таблицам (основанным на теории вероятностей. — И. В.) страховые взносы и не только не разоряются, но и получают значительные прибыли»¹.

В каких же случаях и когда возникает, на наш взгляд, необходимость привлечения и использования математических и математико-статистических методов в демографии:

1) когда хотят выявить объективные закономерности демографических процессов, освободиться от влияния случайностей на их развитие и построить модель этого развития;

2) когда из ряда вариантов требуется выбрать такой, который наилучшим образом отвечает предъявленным требованиям;

3) при изучении динамических изменений, сезонных колебаний, изменения численности тех или иных демографических совокупностей;

4) при проектировке выборочных обследований и при расчете степени репрезентативности этих обследований;

5) когда детальная группировка приводит к необходимости использования групп такой численности, при которой нет уверенности в заведомой правильности показателей, а требуется обоснование достоверности получаемых при этом выводов;

6) когда требуется доказать существенность или несущественность различий между группами путем использования средних показателей и дисперсий;

¹ В. Н. Старовский. Методика исследования элементов роста народонаселения. — «Социология в СССР», т. 1, М., «Мысль», 1966, стр. 259.

7) при изучении формы и тесноты связей между демографическими показателями и зависимостями между различными признаками;

8) когда предметом исследования являются не абсолютные числа, а относительные величины структуры, координации, интенсивности, динамики и другие, очень часто встречающиеся и используемые в демографии;

9) при проверке той или иной гипотезы, подтверждение или опровержение которой должно быть основано на массе фактов;

10) при выравнивании уже полученных характеристик (численностей или показателей таблиц смертности).

При этом на различных стадиях работы с демографическим материалом возникает необходимость привлечения тех или иных методов математики и математической статистики. Так, например, на стадии изучения больших совокупностей возникает проблема использования большой и малой выборки, их организационных форм, объема, репрезентативности и т. д. На стадии обработки полученных данных выясняется необходимость в привлечении анализа бесконечно малых (дифференциального и интегрального исчисления), теории вероятностей, математической статистики, построения вариационных рядов, исчисления средних и дисперсий, методом наименьших квадратов, корреляции, использования критерия хи-квадрат, построения нормальной кривой и т. д.

Задача демографов сводится к критическому рассмотрению математических методов, уже используемых при изучении воспроизводства населения, отбору из них тех, которые и в настоящее время могут быть использованы, отбрасыванию явно непригодных или указанию границ их возможного использования путем доработки, изменения некоторых методов с учетом современных возможностей и т. д.

Демография обязана высшей математике возникновением некоторых методов, важнейшим из которых является создание научного основания для вычисления таблиц смертности. Весь числовой материал демографии может быть теперь сконцентрирован в нескольких средних числах. Построение же таблиц смертности основывается на теории вероятностей, предполагающей знание дифференциального и интегрального исчисления.

Теория вероятностей с самого начала своего возникновения была привлечена к разрешению вопросов, связанных с населением. Одним из самых старых законодательных документов являются пандекты (528 г. н. э.) — свод законов, изданный при Юстиниане. Имеется закон о продовольствии, который ясно показывает, что римляне занимались определением средней продолжительности предстоящей жизни в различных возрастах.

Ряд крупнейших математиков уже давно занимался привлечением математики для решения интересующих их вопросов, относящихся к населению. Лапласу (1749—1827 гг.) принадлежит практический опыт использования теории вероятностей в опреде-

лении численности населения. Известно его исследование брачности, рождаемости и смертности, где им обосновывается вычисление численности населения страны (без переписи) путем определения рождения по отдельной части страны и построения пропорции:

$$\frac{\text{число родившихся в части страны}}{\text{численность населения этой части страны}} = \frac{\text{общее число родившихся в стране}}{x},$$

где x — общая численность населения.

Бернулли (1700—1782 гг.) в своем трактате «О средней продолжительности браков при всяком возрасте супругов» и в других смежных вопросах использует соотношения, выведенные в статье «Об употреблении алгоритмов бесконечно малых в теории вероятностей». Так, в частности, обозначая число браков n и число состоящих в браке, следовательно, $2n$, число оставшихся в живых — r , а число умерших — $2n - r$, число сохранившихся браков — x , Бернулли получил:

$$x = \frac{r \cdot r - r}{4n - 2},$$

а число вдовствующих

$$r = 2x = \frac{2nr - rr}{2n - 1}.$$

Используя таблицу смертности Галлея, Бернулли составляет свои таблицы. В заключение этой статьи Бернулли пишет: «Из этого моего опыта, какой он ни есть, становится ясным, что в роде человеческом происходит много вариаций и есть много взаимностей, которые можно определить обстоятельнее и лучше вычислениями, чем сделанными до сих пор бесчисленными наблюдениями»¹.

Фурье разработал теорию естественного и механического движения населения в математической форме. Лексис, Цейнер, Кнапп создали теорию графических конструкций демографических показателей и привлекли математику для изучения порядка вымирания населения.

Актuariй и демограф Лотка разработал модели, позволяющие производить расчеты и оценивать достаточность замещения одних поколений другими, нетто- и брутто-коэффициента воспроизводства населения. Большой известностью пользуются работы Гранта, Фарра, Борткевича.

Наши русские демографы В. Я. Буняковский, В. И. Гребенщиков внесли большой вклад в изучение демографических явлений и

¹ Цит. по: М. В. Птуха. Очерки по истории статистики в СССР, т. I, М., Издательство АН СССР, 1955, стр. 464.

процессов математическими методами. Обогадили советскую демографию своими работами С. А. Новосельский, В. В. Паевский, М. В. Птуха, Ю. А. Корчак-Чепурковский, заложившие основы использования математических методов в демографии.

Б. С. Ястремский разработал дисперсионно-корреляционный метод изучения смертности населения и создал модель, связывающую показатели воспроизводства населения, А. Я. Боярский разработал один из эффективнейших методов построения таблиц смертности и в настоящее время работает над вопросами перспективных расчетов. Б. Ц. Урланис применяет математические методы во многих своих демографических работах для доказательства ряда положений. А. М. Мерков и Г. А. Баткис разработал ряд методов для изучения здоровья населения и др.

Что же позволило ввести смертность в область математических и математико-статистических исследований? Главной задачей при изучении смертности является нахождение зависимости смертности от различных, влияющих на нее причин, т. е. обоснование таких формул, в которых смертность фигурирует как функция всех влияющих на нее факторов. Конечно, при этом в качестве числовых данных, подлежащих обработке, для получения практически важных выводов привлекаются данные статистических наблюдений.

Эти данные представляют собой результаты совокупного действия изучаемых причин, и при этом действие каждой из них является неизвестным. Для выявления влияния каждого фактора-причины статистика могла рекомендовать метод группировок, позволяющий выделять действие одного фактора при элиминировании влияния всех других факторов. Так, для устранения действия на смертность таких факторов, как географическое положение и профессия, производится комбинированная группировка по этим признакам и изучаются действия всех факторов, кроме указанных. Можно путем последующих группировок постепенно вводить в действие и другие факторы. Среди известных причин, имеющих наибольшее влияние на смертность, выделяется возраст человека. Именно поэтому внимание математиков и демографов было обращено в первую очередь на нахождение зависимости смертности от возраста при элиминировании влияния всех остальных факторов.

Первым шагом к выявлению зависимости смертности от возраста является составление таблицы, в которой каждому конкретному значению возраста соответствует величина показателя смертности. Таблица, очевидно, должна иметь следующий вид.

Таблица 1

Повозрастное число умерших

Возраст	0	1	2	...	99
Число смертей (M) . . .	M_0	M_1	M_2	...	M_{99}

Вторым шагом является нахождение закона изменения уровня смертности в зависимости от возраста, т. е. нахождение формулы, связывающей действующий фактор (возраст) с результативным (смертность).

Если теперь найти такую функцию смертности, как, например, вероятность умереть в определенном возрасте, то надо полагать задачу решенной. Поэтому еще более удобной представляется следующая таблица.

Таблица 2

Повозрастная вероятность умереть

Возраст в годах x	0	1	2	...	∞
Вероятность умереть в определенном возрасте (q_x)	q_0	q_1	q_2	. . .	q_{∞}

Кроме возраста человека имеется еще один фактор, связанный со временем, элиминировать влияние которого на возраст полностью не удается. Речь идет о времени (в данном случае моменте) наблюдения.

В статистических совокупностях, которыми оперирует исследователь, изучающий смертность, различаются две совокупности людей, остающихся в живых в различных возрастах. Это, во-первых, *сверстники*, т. е. совокупность людей, состоящих из родившихся одновременно (в момент t) и достигавших различных возрастов в различные времена; во-вторых, *современники*, т. е. совокупность людей, достигающих различных возрастов одновременно (в момент t), но родившихся в разное время. Имеется некоторая неопределенность при изучении указанных выше связей ввиду трудности устранения влияния времени. Именно поэтому главной задачей математических приложений к смертности стало определение зависимости смертности одновременно от других причин: возраста и времени, т. е. функции двух переменных.

Каковы же конкретные приложения математики к демографии? Начнем с порядка доживания и вымирания населения. Во-первых, демография привлекает графические конструкции. Для детального измерения смертности, для придания демографическому материалу большей наглядности, для характеристики того, как отдельные случаи объединяются в группы, а из этих групп образуются статистические совокупности, служат геометрические построения, называемые демографическими сетками или решетками, которые представляют собой первый координатный угол с осью времени ot и осью возраста ox . Часть этих графических методов основана на работах Лексиса, Вестергардта и теории графических построений Кнаппа. Элементы метода изохрон в 1877 г. разрабо-

таны английским демографом Анселем, а позже теоретически обоснованы Лексисом.

Графические изображения позволяют почти осязаемо уловить такие понятия, как ровесники и современники, совокупности живущих, совокупности умерших, элементарные совокупности умерших и т. д.

Кроме метода изохрон, с помощью которого изучается смертность и связь между показателями плодовитости и различными факторами, большое значение в демографии могут иметь специально разработанные методы графических изображений численности каждого поколения, числа одновременно живущих поколений и распределение населения на поколения. При этом по оси абсцисс откладываются годы, по оси ординат — отрезки, соответствующие последовательности поколений, длина которых принята за 28 лет. Нулевое поколение изображается осью x и представляет совокупность 100 тыс. женщин, родившихся в 1800-е годы. Их дочери образуют первое поколение, внуки — второе и т. д.

От женщин нулевого поколения исходят дочерние линии; различают линии старшей дочери, средних дочерей и младшей.

Графики позволяют показать числа живущих (l_x). При этом делается допущение, что x — это не целый возраст, а непрерывный признак. Тогда $l(x)$ уже непрерывная функция аргумента x и мы получаем монотонно убывающую кривую дожития.

Привлекая математический аппарат, т. е. анализ бесконечно малых величин, в демографии вводится сила смертности, представляющая собой отношение производной функции к самой функции, т. е. для точного возраста x лет логарифмическую производную функции дожития, взятую с отрицательным знаком:

$$\mu_x = -\frac{l'(x)}{l(x)}.$$

При измерении смертности детей до первого года используются различные формулы, полученные при разных предположениях (формулы Раффмана, Рица, Бэка и множество других). Конечно, одна лишь математика не может и не должна претендовать на выбор таких формул, которые наилучшим образом отобразят действительность. Здесь понадобились профессионалы-демографы, предложившие объединять несколько поколений родившихся и выводить вероятности из укрупненных групп.

Для исчисления чисел живущих (L_x — стационарное население) демографы предложили использовать совокупности умерших первого рода. Привлекая три совокупности умерших первого рода, предполагая, что шесть элементарных совокупностей умерших образуют параболу второго порядка, и используя метод конечных

разностей, можно получить систему из шести уравнений с шестью неизвестными.

Решая систему получаем:

$$L_x = l_x - \frac{b}{2} + \frac{a-c}{16},$$

где L_x — числа доживающих до x лет;
 a, b, c — совокупности умерших первого рода.

Попытка получить более точную формулу путем использования совокупностей умерших *второго рода* была реализована путем предположения, что восемь элементарных совокупностей образуют параболу третьего рода.

Решая систему восьми уравнений с восемью неизвестными, получаем более точную формулу:

$$L_x = l_x - \frac{520}{1024}c - \frac{136}{1024}b + \frac{40}{1024}d + \frac{24}{1024}a,$$

где a, b, c, d — уже совокупности умерших второго рода.

Используя аппарат математических выжиданий, можно вывести парадокс средней продолжительности жизни, состоящий в том, что средняя продолжительность жизни проживших уже год или два (а иногда и до 4—6 лет) оказывается больше, чем родившихся. Ввиду вероятностного характера показателя средней продолжительности жизни все попытки объяснения этого парадокса должны быть также основаны на теории вероятностей.

Можно доказать, что средняя продолжительность жизни для возраста x лет меньше средней продолжительности жизни проживших еще один год и находящихся в возрасте $x+1$ лет, когда вероятность умереть в возрасте x лет (т. е. q_x) больше обратной величины средней продолжительности жизни, увеличенной на 0,5 года для $x+1$ лет:

$$q_x > \frac{1}{e_x^0 + \frac{1}{2}}.$$

Когда это бывает? Выяснилось, что такое неравенство чаще всего может происходить в детском возрасте. Для каждой страны можно подсчитать возраст, когда имеет место такой парадокс. Если к этому парадоксу подойти с точки зрения силы смертности, то нетрудно показать, что

$$\mu_x > \frac{1}{e_x^0}.$$

Значит, парадокс со средней продолжительностью жизни, состоящий в ее увеличении при увеличении возраста, имеет место в тех возрастах, где сила смертности больше обратной величины средней продолжительности жизни.

Понятие вероятной продолжительности жизни на языке математической статистики — это медиана в распределении по продолжительности предстоящей жизни. Известен показатель, выведенный Лексисом, — «нормальная» продолжительность жизни, т. е. вторая мода.

Особое значение приобретают методы математики и математической статистики при изучении вопросов, связанных со стандартизацией демографических показателей. Дело в том, что, сопоставляя общие демографические показатели двух или нескольких групп одной совокупности, можно получить неправильный вывод, дающий искаженное представление о результатах сопоставления. Но путем прямого, косвенного, обратного методов стандартизации достигается возможность сопоставления.

Можно привлечь еще и метод двойной стандартизации, когда элиминируются два фактора, а именно: различие в возрастном и половом составех.

Большое значение имеют математические методы при построении общих таблиц доживаемости, а также таблиц смертности по причинам смерти, кратких и условных таблиц смертности. Без преувеличения можно сказать, что все теоретические основы методов построения таблиц смертности по природе своей весьма математичны. Математика вторглась в такие области демографии, где она раньше не применялась, например при изучении смертности по причинам.

Используя математические и математико-статистические методы, привлекая различные критерии, можно оценить точность и достоверность исчисленных в таблицах смертности показателей. Можно даже поставить вопрос так: какова минимальная численность возрастной группы, чтобы можно было быть уверенным, применяя теорию вероятностей, в правильности третьего, а может быть, и четвертого знака после запятой, в вероятностях дожить и умереть? Расчеты показывают, что для этого нужно, чтобы группа составляла не менее 400 тыс. человек.

Интересно использование математических методов при построении такого, например, показателя воспроизводства населения, как грубый коэффициент производства (брутто) $\Phi = 0,484$

$\int_{15}^{49} f(x) dx$, где $f(x)$ есть монотонно возрастающая непрерывная функция возраста, указывающая на число детей, которое родит женщина начиная с фертильного возраста (15 лет) и до его конца (49 лет). Гипотезы о населении Эйлера, Фарра, Кетле, интересная гипотеза стационарного населения, особенно стабильного населения, введенная в науку Борткевичем, развитая Лоткой и используемая в научных исследованиях А. Я. Боярским и А. М. Мерковым, — все эти гипотезы — широчайшее поле плодотворного использования математических методов.

В демографии широко известно интегральное уравнение воспроизводства населения, выведенное математически:

$$B(t) = \int_{15}^{49} B(t-x) P(x) l(x) dx,$$

из которого получают характеристическое уравнение

$$1 = \int_{15}^{49} e^{-rx} P(x) l(x) dx.$$

А из этого уравнения путем разложения его в ряд Маклорена получают нетто-коэффициент воспроизводства населения:

$$R_0 = \int_{15}^{49} P(x) l(x) dx,$$

т. е. среднее число девочек, рожденных одной женщиной за всю жизнь. В R_0 учтена смертность девочек. $R_0 > 1$ указывает на расширенное воспроизводство населения; $R_0 < 1$ указывает на перспективу неизбежной убыли.

В качестве наилучших демографических показателей принимается отношение рождения двух последовательных поколений. Длина поколения также может быть приведена в качестве показателя, сущность которого хорошо раскрывается математически при использовании не весьма приближенных прямых и косвенных методов ее исчисления, а путем привлечения демографического метода, основанного на связи между коэффициентом естественного прироста населения (k) и нетто-коэффициентом воспроизводства R_0 . $l^{kD_{\text{пок}}} = R_0$ и, следовательно, $D_{\text{пок}} = \frac{\ln R_0}{k}$, где $D_{\text{пок}}$ — длина поколения в годах; l — неперово число, равное 2,71828..., являющееся основанием натурального логарифма.

Имея в виду все особенности демографических процессов можно наметить два направления, в которые должна устремляться работа по применению математических методов в демографии: во-первых, при внедрении выборочного метода и оценке репрезентативности; во-вторых, при обработке данных демографических наблюдений, при построении моделей, описывающих наиболее существенные свойства демографических явлений, позволяющих предсказать главным образом дальнейшее развитие этих явлений.

Возникает вопрос: увеличивает ли применение математических методов в демографии вычислительную работу? С одной стороны нужно учитывать, что при решении многих демографических задач вообще нельзя получить обоснованные ответы, отказываясь от некоторых, может быть и трудоемких, методов математики и математической статистики (коэффициенты множественной корреляции).

ции, уравнения регрессии, выравнивания и т. д.). Значит, в этом случае некоторое увеличение вычислительной работы оказывается оправданным. С другой стороны, обращает на себя внимание тот факт, что математическая обработка демографических данных отнюдь не всегда влечет за собой увеличение объема работы. Часто она даже сокращает труд по сбору материалов и уменьшает общее количество затрачиваемых усилий. Так, выборочный метод позволяет путем надлежащей обработки данных, относящихся к сравнительно небольшой доле изучаемых единиц, дать исчерпывающую, правильную информацию относительно всей совокупности.

Следует помнить, что методы исследования демографических явлений, применяемые буржуазными демографами, не могут и не должны механически переноситься в нашу советскую демографию, ибо их некритическое использование может означать признание тождественности демографических процессов, протекающих в капиталистических и социалистических условиях.

Буржуазная демография поставила математику и математическую статистику на службу идеализму и реакции и часто использует математический аппарат для игнорирования материальной природы демографических явлений. Так, Пирл представил размножение мухи-дрозофилы логистической кривой и, экстраполировав по этой формуле численность народонаселения на несколько сотен лет вперед, уверял, что это открытие подобно открытию Кеплера...

Конечно, в данном случае сам математический аппарат — логистическая кривая с ее асимптотами — несколько не виноват в отождествлении Пирлом законов природы и общества и распространении физических и биологических закономерностей на сферу населения. Логистическая кривая может и должна применяться в демографии не для замены материального анализа, а для других целей, в частности, она может служить хорошим инструментом описания явлений, интерполяций и др.

Мы не исчерпали, конечно, всех случаев необходимости привлечения математических и математико-статистических методов в демографии, и наша статья не претендует на раскрытие всех возможностей использования математики в демографии. Мы поставили перед собой только одну задачу: выявить возможности использования аппарата математики и математической статистики для изучения главным образом вопросов, связанных с воспроизводством населения.

В заключение следует сказать, что советская демография все более и более использует математические методы, что служит показателем ее зрелости и характеризует процесс совершенствования методов исследования.

*