Программное обеспечение оценки и анализа показателей смертности населения России

|  |  |
| --- | --- |
| Е.И. Прокудина  Факультет информатики и робототехники  Уфимский государственный авиационный технический университет  Уфа, Россия  e-mail: preliv@gmail.com | А.Р. Вахитов  ЗАО ЦСИ «Интегро»  Уфа, Россия  e-mail: ejwhfkw@gmail.com |
|  | |

Аннотация[[1]](#footnote-1)

Работа посвящена разработке программного обеспечения, которое обеспечит качественную оценку и анализ показателей смертности населения России.

1. Введение

Изучение смертности по причинам смерти позволяет получить более полную картину демографической ситуации как в России в целом, так и на отдельных её территориях, определить факторы, влияя на которые можно увеличить продолжительность жизни населения.

2. Цель и задачи работы

Цель настоящей работы заключается в повышении качества оценки и анализа показателей смертности населения России на основе разработки соответствующего программного обеспечения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести обзор существующего программного обеспечения оценки и анализа показателей смертности.

2. Проанализировать, адаптировать и модифицировать методы построения таблиц смертности и вычисления функциональных характеристик продолжительности жизни.

3. Разработать программное обеспечение оценки и анализа показателей смертности населения России.

3. Содержательная постановка задачи

Дано:

* таблица с коэффициентами смертности населения России;
* таблица со среднегодовой численностью населения России.

Требуется решить задачу оценки и анализа показателей смертности населения России. В частности, необходимо решить следующие подзадачи:

* построение таблиц смертности;
* вычисление функциональных характеристик продолжительности жизни.

4. Обзор существующего программного обеспечения для решения поставленной задачи

К сравнению отобрано следующее программное обеспечение:

* Сайт «Справочник статистических показателей» Института демографии имени А.Г. Вишневского (Москва, Россия) [1].
* Сайт «The Human Mortality Database» Института демографических исследований им. Макса Планка (Росток, Германия) и отделения демографии Калифорнийского университета (Беркли, США) [2].
* Сайт «Оперативная статистика» Федеральной службы государственной статистики – Росстат (Москва, Россия) [3].

«Справочник статистических показателей» отличается наличием данных по территориям России и данных по полу, а также возможностью построения таблиц смертности.

«The Human Mortality Database» отличается наличием данных по зарубежным странам и данных по полу, а также возможностью построения таблиц смертности.

«Оперативная статистика» отличается наличием данных по территориям России, возможностью вычисления функциональных характеристик продолжительности жизни, а также визуализацией и интерактивностью.

Ни одно рассмотренное программное обеспечение не имеет данных по категориям поселения и причинам смерти, а также не позволяет одновременно строить таблицы смертности, вычислять функциональные характеристики продолжительности жизни и визуализировать их на графиках.

5. Задача построения таблиц смертности

5.1. Постановка задачи

Дано:

* таблица с коэффициентами смертности населения по территориям, годам, категориям поселения, полу, возрастным группам и причинам смерти (при наличии);
* таблица со среднегодовой численностью населения по территориям, годам, категориям поселения, полу и возрастным группам;
* предельный возраст ;
* -летние группы возраста.

Требуется построить таблицу смертности с показателями , , , , , , .

5.2. Решение задачи

Для решения поставленной задачи используется демографический метод построения таблиц смертности [4]. Порядок решения задачи:

1. Выбрать параметры вычислений: территорию, год, категорию поселения, пол, причину смерти (при наличии).

2. Вычислить число умерших по возрастным группам по формуле (1).

(1)

3. Вычислить число доживших по возрастным группам по формуле (2). Вычисления следует начинать с предельного возраста , для которого .

(2)

4. Нормировать значения числа доживших так, чтобы значение стало равно 1.

5. Умножить нормированные значения числа доживших на .

6. Вычислить вероятность дожить до точного возраста для тех, кто дожил до возраста , обозначаемую , по формуле (3).

(3)

7. Вычислить вероятность умереть в интервале между точным возрастом и возрастом для доживших до возраста , обозначаемую , по формуле (4).

(4)

8. Вычислить число человеко-лет, прожитых лицами одного поколения в интервале возраста от до , обозначаемое , по формуле (5).

(5)

9. Вычислить среднюю продолжительность предстоящей жизни по возрастным группам по формуле (6).

(6)

10. Объединить вычисленные показатели в таблицу.

6. Задача вычисления функциональных характеристик продолжительности жизни

6.1. Постановка задачи

Дано:

* таблица с коэффициентами смертности населения по территориям, годам, категориям поселения, полу, возрастным группам и причинам смерти (при наличии);
* таблица со среднегодовой численностью населения по территориям, годам, категориям поселения, полу и возрастным группам;
* предельный возраст ;
* -летние группы возраста.

Требуется построить графики функциональных характеристик продолжительности жизни новорождённого *F(x)*, *s(x)*, *f(x)*, и функциональных характеристик остаточной продолжительности жизни , , , .

6.2. Решение задачи

Для решения поставленной задачи используется метод вычисления статистических оценок функциональных характеристик продолжительности жизни [4]. Порядок решения задачи:

1. Выбрать параметры вычислений: территорию, год, категорию поселения, пол, причину смерти (при наличии).

2. Вычислить число умерших по возрастным группам по формуле (1).

3. Вычислить число доживших по возрастным группам по формуле (2). Вычисления следует начинать с предельного возраста , для которого .

4. Вычислить статистическую оценку функции распределения продолжительности жизни новорождённого по формуле (7).

(7)

5. Вычислить статистическую оценку функции выживания для новорождённого по формуле (8).

(8)

6. Вычислить статистическую оценку кривой смертей для новорождённого по формуле (9).

(9)

7. Вычислить статистическую оценку интенсивности смертности для новорождённого по формуле (10).

(10)

8. Вычислить статистическую оценку функции распределения остаточной продолжительности жизни человека в возрасте *x*, обозначаемую по формуле (11).

(11)

9. Вычислить статистическую оценку функции выживания для человека в возрасте *x*, обозначаемую , по формуле (12).

(12)

10. Вычислить статистическую оценку кривой смертей для человека в возрасте *x*, обозначаемую , по формуле (13).

(13)

11. Вычислить статистическую оценку интенсивности смертности для человека в возрасте *x*, обозначаемую , по формуле (14).

(14)

12. Построить графики вычисленных статистических оценок функциональных характеристик.

7. Описание входных данных

Входные данные взяты из Российской базы данных по рождаемости и смертности (РосБРиС) Центра демографических исследований Российской Экономической Школы (ЦДИ РЭШ) [5]. Входные данные включают в себя:

* перечень территорий России с кодами системы обозначения объектов административно-территориального деления (СОАТО);
* перечень причин смерти в соответствии с Краткой номенклатурой причин смерти;
* коэффициенты смертности по возрасту (однолетние группы), категории населения и полу в России и на её территориях за 1989–2019 гг.;
* коэффициенты смертности по причинам смерти, возрасту (пятилетние группы), категории населения и полу в России и на её территориях за 2015–2019 гг.;
* среднегодовое население по территориям России для расчёта коэффициентов смертности за 1989–2019 гг. по однолетним возрастным группам;
* среднегодовое население по территориям России для расчёта коэффициентов смертности за 2015–2019 гг. по пятилетним возрастным группам.

8. Демонстрация работы программного обеспечения

Далее на рисунках представлен интерфейс разработанного программного обеспечения. Выбрать параметры вычислений можно на панели управления в левой части окна программы. Результаты вычислений отображаются в правой части в соответствующих вкладках.

8.1. Построение таблицы смертности

Для вычислений выбраны пятилетние группы возраста. Входные параметры: 2019 год, Республика Башкортостан, городское население, мужчины, все причины смерти. В результате вычислений получена краткая таблица смертности. Результаты вычислений представлены на рисунке 1.

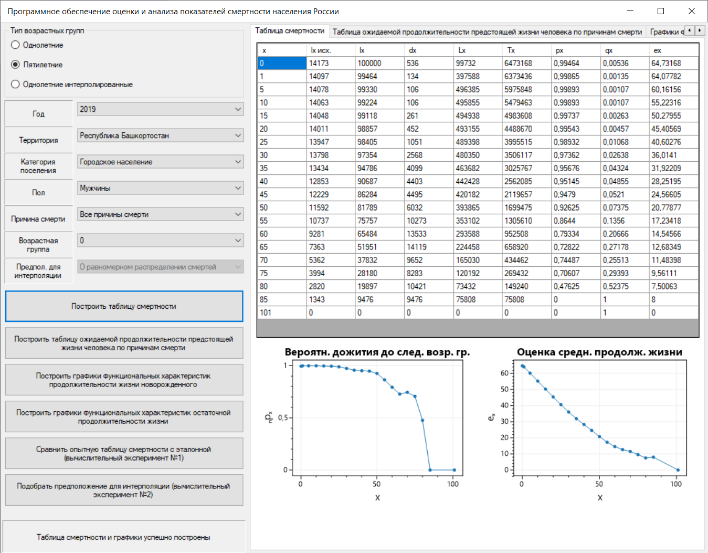


Рис. 1. Краткая таблица смертности

8.2. Построение таблицы ожидаемой продолжительности предстоящей жизни человека по причинам смерти

Для вычислений выбраны пятилетние группы возраста. Входные параметры: 2019 год, Российская Федерация после 17 марта 2014 года, всё население, женщины, возрастная группа – 0 (новорождённые). В результате вычислений получена таблица ожидаемой продолжительности предстоящей жизни человека по причинам смерти. Значения в таблице отсортированы по возрастанию продолжительности жизни. Результаты вычислений представлены на рисунке 2.

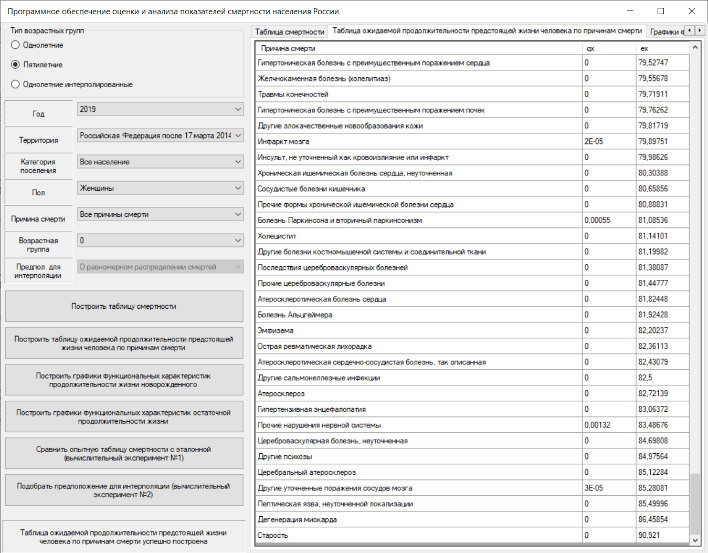


Рис. 2. Таблица ожидаемой продолжительности предстоящей жизни человека по причинам смерти

8.3. Построение графиков функциональных характеристик продолжительности жизни новорождённого

Для вычислений выбраны пятилетние группы возраста. Входные параметры: 2019 год, Республика Башкортостан, всё население, женщины, причина смерти – злокачественные новообразования желудка. В результате вычислений получена статистическая оценка функциональных характеристик продолжительности жизни новорождённого. Результаты вычислений представлены на рисунке 3.

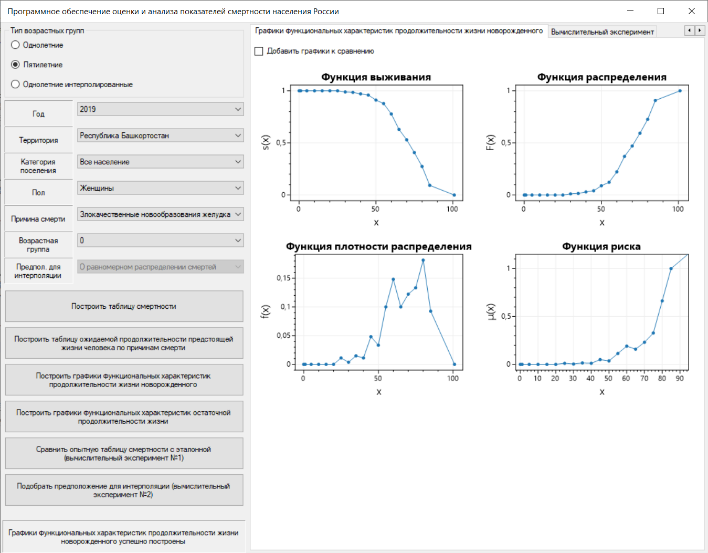


Рис. 3. Графики функциональных характеристик продолжительности жизни новорождённого

8.4. Построение графиков функциональных характеристик остаточной продолжительности жизни

Для вычислений выбраны однолетние группы возраста. Входные параметры: 2019 год, Республика Башкортостан, городское население, мужчины, возрастная группа – 45 лет. Данные по причинам смерти для однолетних возрастных групп отсутствуют. В результате вычислений получена статистическая оценка функциональных характеристик остаточной продолжительности жизни. Результаты вычислений представлены на рисунке 4.

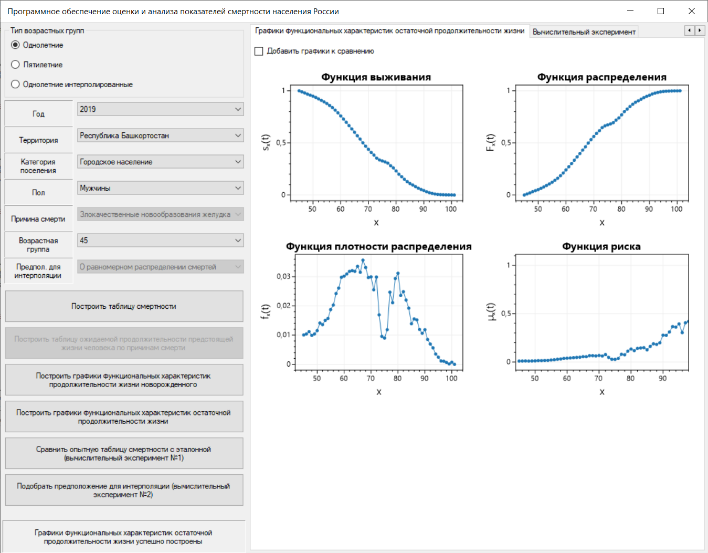


Рис. 4. Графики функциональных характеристик остаточной продолжительности жизни

8.5. Сравнение графиков функциональных характеристик остаточной продолжительности жизни

При необходимости графики функциональных характеристик продолжительности жизни можно сравнивать друг с другом. На рисунке 5 представлено сравнение характеристик для двух регионов – Республики Башкортостан и Республики Татарстан – по одним и тем же входным параметрам, указанным в главе 8.4.

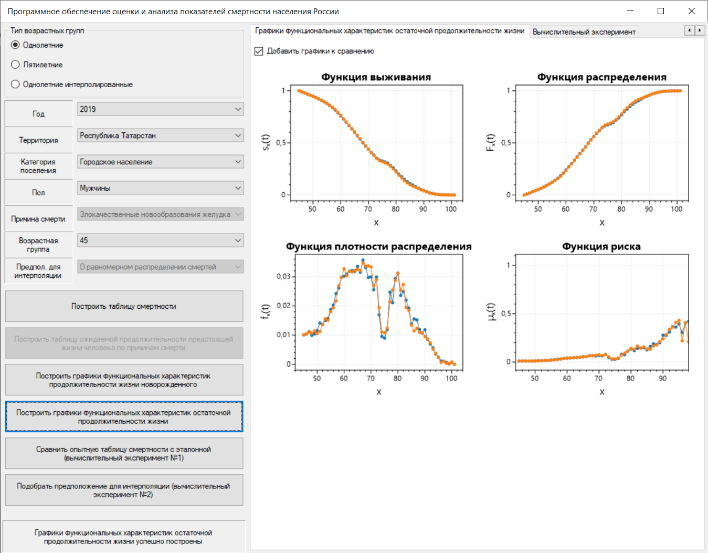


Рис. 5. Сравнение графиков функциональных характеристик остаточной продолжительности жизни

9. Заключение

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

1. Проведен обзор существующего программного обеспечения оценки и анализа показателей смертности.

2. Проанализированы, адаптированы и модифицированы методы построения таблиц смертности и вычисления функциональных характеристик продолжительности жизни.

3. Разработано программное обеспечение оценки и анализа показателей смертности населения России.

Список используемых источников

1. Справочник статистических показателей [Электронный ресурс] / Институт демографии имени А.Г. Вишневского. – Москва. – URL: http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus\_ltmenu.php (дата обращения: 20.03.2021).

2. Russia [Электронный ресурс] / The Human Mortality Database. – URL: https://www.mortality.org/cgi-bin/hmd/country.php?cntr=RUS&level=1 (дата обращения: 20.03.2021).

3. Оперативная статистика [Электронный ресурс] / Росстат. – Москва. – URL: http://bi.gks.ru/biportal/contourbi.jsp?allsol=1&solution=Dashboard&project=%2FDashboard%2Fdemography\_rosstat (дата обращения: 25.03.2021).

4. Бронштейн, Е.М. Основы актуарной математики [Текст]: учебное пособие / Е.М. Бронштейн, Е.И. Прокудина. – Уфа: УГАТУ, 2012. – 320 с.

5. Российская база данных по рождаемости и смертности [Электронный ресурс] / Центр демографических исследований Российской экономической школы. – Москва. – URL: http://demogr.nes.ru/index.php/ru/demogr\_indicat/data (дата обращения: 20.03.2021).

1. **Труды Девятой всероссийской научной конференции "Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений", 9-11 ноября, Уфа-Ставрополь-Ханты-Мансийск, Россия, 2021** [↑](#footnote-ref-1)