

Цыганова Александра Андреевна,

магистрант, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: aleXa.tsy@yandex.ru

Истомин Андрей Леонидович,

д.т.н., профессор, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: a.l.istomin@mail.ru

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Tsyganova A.A., Istomin A.L.

MATHEMATICAL MODELING OF DEMOGRAPHIC PROCESSES OF ONCOLOGICAL DISEASES

Аннотация. Построена математическая модель демографических процессов онкологических заболеваний, представляющая собой временной ряд, связывающий такие показатели как изменение численности населения и половозрастная структура.

Ключевые слова: анализ временных рядов, демографические процессы.

Abstract. A computer model of the demographic processes of oncological diseases has been built, which is a time series linking such indicators as population change and gender and age structure.

Keywords: time series analysis, demographic processes.

Онкологические заболевания представляют собой обширный и разнородный класс заболеваний, включающий как доброкачественные, так и злокачественные новообразования, которые называются раком.

Существует множество видов рака, а также вариантов течения болезни, которые тесно связаны с полом и возрастом человека. Поэтому методы выявления, лечения и мониторинга результатов лечения сильно зависят от пола, возраста, нозологии, а также от того на какой стадии выявлено заболевание.

По данным Министерства здравоохранения РФ, в стране онкологическими заболеваниями страдают около 4 млн россиян.

Обычно онкология в большей степени поражает именно взрослых людей. Связано это с многими факторами. В более позднем возрасте иммунная система не так хорошо начинает бороться с первыми признаками появления раковых клеток, из-за чего риск заболеть после 30 гораздо выше, чем в более молодом возрасте. Также к этому добавляется стресс, плохое питание и расшатанное здоровье с помощью других болезней. В таблице 1 представлена статистика смертностей за 2022 год.

Таблица 1 – Регионы с наибольшей смертностью за 2022

Регион	Летальность, тыс.
Севастополь	280
Курганская область	277
Владимирская область	269
Псковская область	267
Новгородская область	257
Санкт-Петербург	254
Костромская область	254

Регион	Летальность, тыс.
Тульская область	250
Калужская область	249
Республика Карелия	241

Медики считают, что выявляют рак в России чаще всего в крупных и промышленных городах.

Ниже представлена сравнительная таблица онкологических заболеваний у мужчин и женщин (см. таблицу 2).

Таблица 2 – Сравнительные данные у мужчин и женщин

Вид	Мужчины, %	Женщины, %
Рак кожи	14,4	16,3
Рак желудка	11,5	9,9
Рак поджелудочной железы	5,5	6,3
Рак бронхов и трахеи	26,6	6,8
Новообразования лимфатической и кровеносной системы	5,5	5,8
Женская заболеваемость	-	10,7
Мужская заболеваемость	15,3	-
Рак прямой кишки	5,3	6,9
Рак молочной железы	-	16,7
Рак ободочной кишки	6,1	9,5
Рак полости рта	5	-

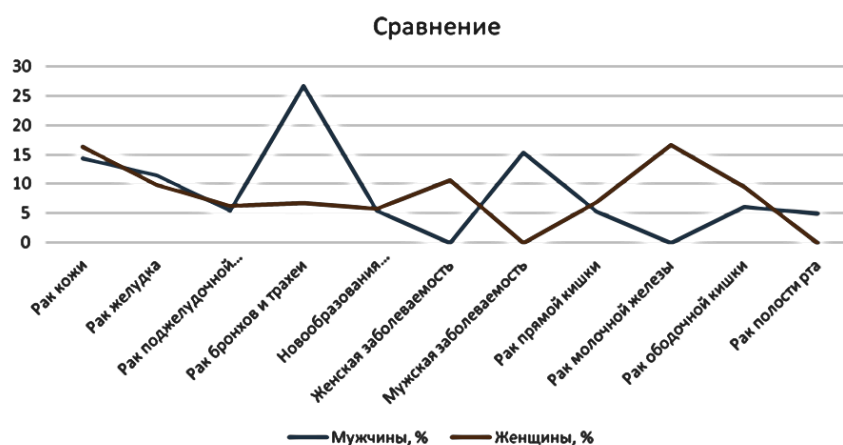


Рисунок 1 – Статистика заболеваемости

На рисунке 1 указано, что у мужчин риск заболевания выше, чем у женщин.

С помощью исходных данных построена математическая модель временного ряда Фурье. Математическая модель временного ряда описывает показатели смертности от онкологических заболеваний в Севастополе за 2022 календарный год.

В таблице 3 представлены показания смертности за 12 месяцев в 2022 году.

Таблица 3 – Показания за 2022 год в Севастополе

Месяц	Летальный исход, тыс.чел	Без тренда
1	10	0,2949
2	29	19,1201
3	54	43,9453
4	18	7,7705
5	11	0,5957
6	8	-2,5791
7	5	-5,7539
8	20	9,0713
9	33	21,8965
10	10	-1,2783
11	62	50,5469
12	20	8,3721

В таблице 4 представлены показания для построения математической модели.

Таблица 4 – Математическая модель

Модель	Модель без тренда
18,0602	22,29835387
18,56977	13,16127178
34,64114	28,06234097
3,34547	4,403630365
2,34861	11,26800996
5,44149	15,53119355
9,0722	20,33219637
14,02542	1,595119891
14,17443	0,573826339
12,23928	2,531620443
41,15917	25,21796583
24,96612	7,854622887

Метод временного ряда основан на анализе и прогнозировании последовательности значений онкологических показателей во времени. Этот метод учитывает сезонные колебания, тренд и случайные флуктуации в данных.

Трендом временного ряда называют плавно меняющуюся нециклическую составляющую, описывающую влияние долгосрочных факторов, эффект которых сказывается постепенно.

На рисунке 2 изображен график построенной математической модели временного ряда и указана возрастающая линия тренда.

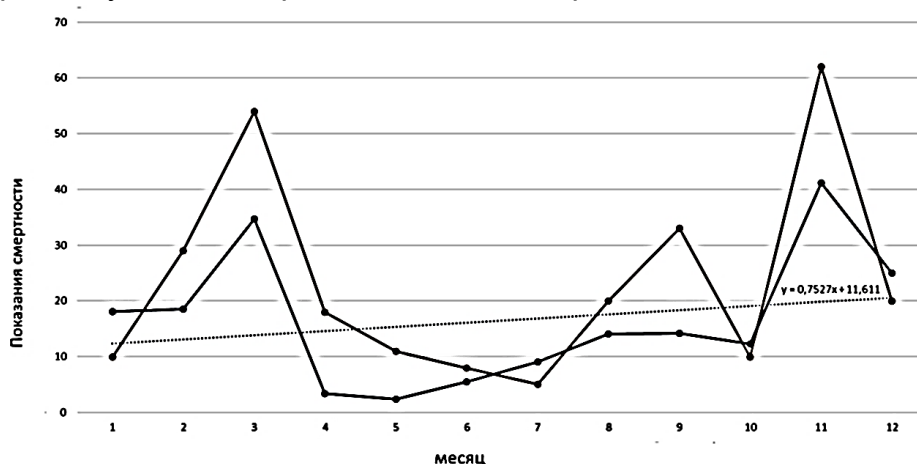


Рисунок 2 – Компьютерная модель временного ряда смертности от онкологических заболеваний в Севастополе за 2022 год

Согласно результату модели, можно сделать прогноз данных на 2023 и 2024 год. Ниже представлены таблица 5 и построение компьютерной модели без тренда (см. рисунок 3).

Таблица 5 – Новые данные за 2023 и 2024 годы

Модель без тренда	Модель
22,29835387	18,0602
13,16127178	18,56977
28,06234097	34,64114
4,403630365	3,34547
11,26800996	2,34861
15,53119355	5,44149
20,33219637	9,0722
1,595119891	14,02542
0,573826339	14,17443
2,531620443	12,23928
25,21796583	41,15917
7,854622887	24,96612
22,32261517	4,04082
12,88323461	32,33533
28,18928478	48,81168
4,246268152	17,54643
11,2916948	11,67131
15,45169173	8,681608
20,40396629	4,899634
1,480626862	27,95453
0,669221635	28,31342
2,647521689	26,16698
25,1136955	55,0985

Модель без тренда	Модель
8,126308239	39,28141
22,34359955	9,9818
12,60412476	46,09982
28,31396427	62,97996
4,087391777	31,74891
11,31544207	25,69116
15,3724285	22,80447
20,47426236	18,87294
1,364904008	41,8824
0,764406086	42,45221
2,761637957	40,09646
25,00721813	69,03562
8,397214951	53,59591

Прогнозирование на 2023 и 2024 годы

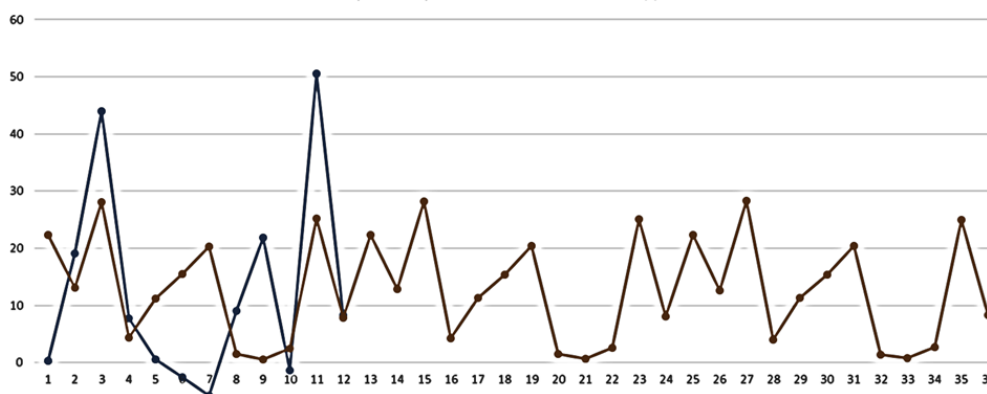


Рисунок 3 – Компьютерная модель временного ряда смертности от онкологических заболеваний в Севастополе за 2023 и 2024 год

Полученная модель (см. рисунок 2) позволила составить прогноз демографических процессов онкологических заболеваний на 2023 и 2024 годы в регионе Севастополь. Подводя итоги, можно сделать вывод, что для понижения показателей смертности от раковых опухолей необходимо ежегодно проходить медицинское обследование, которое помогает выявить заболевания на ранних стадиях и предотвратить их прогрессирование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Министерство здравоохранения в Российской Федерации [электронный ресурс] URL: <https://minzdrav.gov.ru/> (дата обращения 20.12.2023).
2. Статистика онкологических заболеваний в России [электронный ресурс] URL: <https://oncoved.ru/common/statistika-onkozabolevaniya-i-smernost-v-rossii-i-mire?ysclid=lq0wg5wp7c299604805> (дата обращения 20.12.2023).
3. **Афанасьев В.Н.** Анализ временных рядов и прогнозирование URL: http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/13336/1/133563_20201117.pdf?ysclid=lqjljvokfq689433371 (дата обращения 20.12.2023).