

УДК 616-002.5-036 (476.6)

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ТУБЕРКУЛЕЗОМ В ОШМЯНСКОМ РАЙОНЕ ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

¹С.А.Лаптёнок, ²Ю.Д.Синкевич, ¹А.А.Кологривко,
²О.И.Родькин, ¹С.А.Хорева, ¹Ю.В.Кляусова

¹Белорусский национальный технический университет,
пр. Независимости, 65, 220013, г. Минск, Республика Беларусь
²«Международный государственный экологический институт им. А.Д.Сахарова»
Белорусского государственного университета,
ул. Долгобродская, 23/1, г. Минск, 220070, г. Минск, Республика Беларусь

Представлены результаты первичной оценки динамики заболеваемости туберкулезом жителей Ошмянского района Гродненской области Республики Беларусь за период с 1960 по 2021 гг. с применением методов компьютерной визуализации данных, корреляционного анализа и регрессионного моделирования.

Ключевые слова: корреляционный анализ; регрессионное моделирование; динамика заболеваемости; туберкулез; Республика Беларусь; Гродненская область; Ошмянский район.

Целью данного исследования являлась первичная оценка заболеваемости туберкулезом различной локализации в Ошмянском районе Гродненской области Республики Беларусь в период с 1960 по 2021 гг. с использованием программного обеспечения, реализующего методы визуализации данных (ORIGIN 4.5), корреляционного анализа и регрессионного моделирования (IBM SPSS Statistics 22) [1–5].

В ходе работы были получены результаты, представленные в табл. 1–5 и на рис. 1–3.

Визуальный анализ динамики абсолютного показателя заболеваемости (рис. 1), численности населения (рис. 2) и интенсивного показателя заболеваемости (рис. 3) позволяет заключить, что при стабильном снижении численности населения Ошмянского района Гродненской области Республики Беларусь динамика как абсолютного, так и интенсивного показателей характеризуется значительным ростом в период с 1995 по 2015 год с пиками в 2005 г.

По результатам визуального анализа проведена оценка корреляционных связей абсолютного показателя заболеваемости, численности населения района и интенсивного показателя заболеваемости с использованием параметрических (по Пирсону) и непараметрических (по Кендаллу и Спирмену) методов расчета коэффициентов корреляции (табл. 3–5).

Корреляционная связь абсолютного показателя заболеваемости с численностью населения рай-

она по результатам всех оценок практически отсутствует (0.008 (Пирсон); -0.003 (Кендалл); -0.044 (Спирмен)).

Уровни корреляционных связей между абсолютным и относительным показателями заболеваемости крайне высоки: 0.939 (Пирсон); 0.810 (Кендалл); 0.929 (Спирмен).

Коэффициенты корреляции интенсивного показателя заболеваемости с численностью населения, рассчитанные по всем трем методикам, имеют отрицательные значения, что косвенно свидетельствует об определенной тенденции роста уровня заболеваемости при снижении численности населения района.

С учетом оценки корреляционных связей построены линейные регрессионные модели зависимости интенсивного показателя заболеваемости от абсолютного показателя заболеваемости и численности населения в популяции:

$$\text{ИПЗ} = 2.457 \times \text{АПЗ} - 0.01 \times N + 34.314 \quad (1)$$

$$\text{ИПЗ} = 2.451 \times \text{АПЗ} + 2.163 \quad (2)$$

где:

ИПЗ – интенсивный показатель заболеваемости;
АПЗ – абсолютный показатель заболеваемости;
N – численность населения в популяции.

При экспресс-оценке адекватности моделей (1) и (2) получены результаты, представленные в табл. 6 и 7.

Динамика абсолютного показателя заболеваемости туберкулезом и численности населения Ошмянского района Гродненской области Республики Беларусь (1960–2021 гг.)

| Год | Абсолютный показатель заболеваемости | Население | Год | Абсолютный показатель заболеваемости | Население |
|------|--------------------------------------|-----------|------|--------------------------------------|-----------|
| 1960 | 17 | 44382 | 1991 | 6 | 38200 |
| 1961 | 15 | 45780 | 1992 | 5 | 38100 |
| 1962 | 36 | 45650 | 1993 | 5 | 38100 |
| 1963 | 11 | 47505 | 1994 | 13 | 38500 |
| 1964 | 3 | 49603 | 1995 | 3 | 38500 |
| 1965 | 13 | 44250 | 1996 | 9 | 38500 |
| 1966 | 10 | 44245 | 1997 | 18 | 38500 |
| 1967 | 3 | 43962 | 1998 | 14 | 38300 |
| 1968 | 14 | 44689 | 1999 | 16 | 37400 |
| 1969 | 14 | 44689 | 2000 | 16 | 36900 |
| 1970 | 9 | 43800 | 2001 | 15 | 36600 |
| 1971 | 15 | 43800 | 2002 | 15 | 36300 |
| 1972 | 14 | 42900 | 2003 | 16 | 35800 |
| 1973 | 13 | 42500 | 2004 | 17 | 35300 |
| 1974 | 13 | 42500 | 2005 | 23 | 35300 |
| 1975 | 14 | 42200 | 2006 | 16 | 34100 |
| 1976 | 7 | 41700 | 2007 | 14 | 33600 |
| 1977 | 10 | 41805 | 2008 | 14 | 33200 |
| 1978 | 5 | 41700 | 2009 | 14 | 33000 |
| 1979 | 5 | 42700 | 2010 | 14 | 32200 |
| 1980 | 13 | 42500 | 2011 | 13 | 32100 |
| 1981 | 9 | 42200 | 2012 | 12 | 31900 |
| 1982 | 15 | 41600 | 2013 | 16 | 31331 |
| 1983 | 12 | 41600 | 2014 | 12 | 31260 |
| 1984 | 11 | 40400 | 2015 | 16 | 31118 |
| 1985 | 3 | 40060 | 2016 | 9 | 31031 |
| 1986 | 8 | 39700 | 2017 | 10 | 30888 |
| 1987 | 11 | 39700 | 2018 | 10 | 30796 |
| 1988 | 8 | 38700 | 2019 | 6 | 30536 |
| 1989 | 7 | 38400 | 2020 | 6 | 30800 |
| 1990 | 13 | 38400 | 2021 | 5 | 30503 |

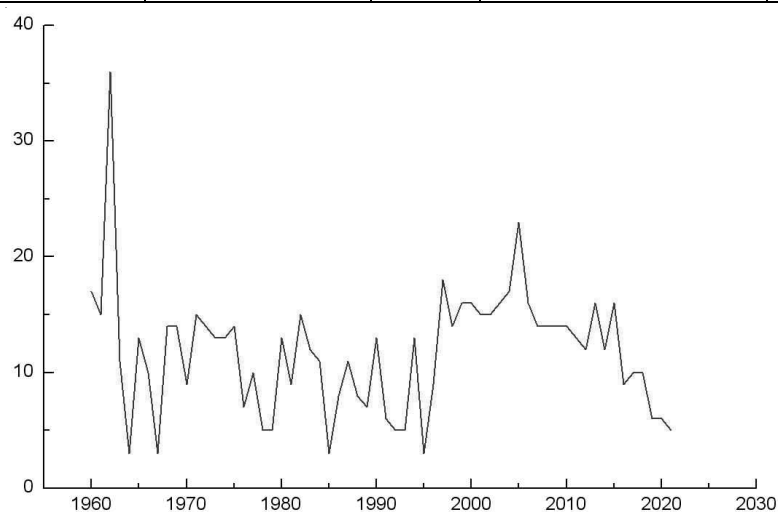


Рис. 1. Динамика абсолютного показателя заболеваемости туберкулезом жителей Ошмянского района Гродненской области Республики Беларусь (1960–2021 гг.)

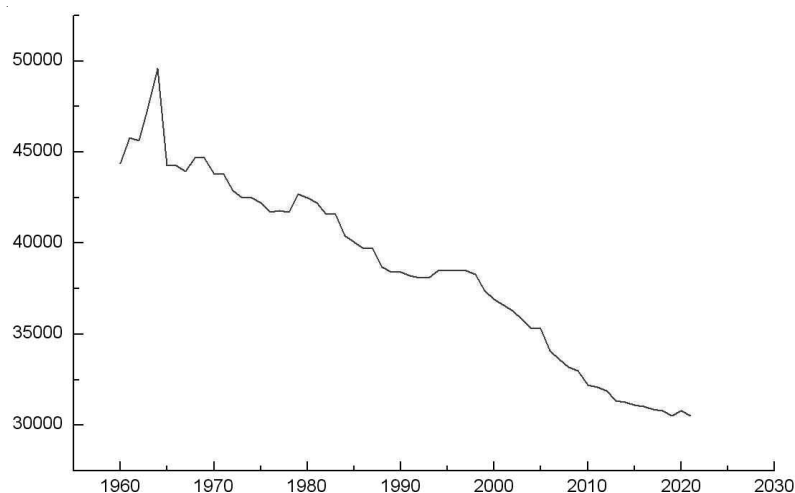


Рис. 2. Динамика численности населения Ошмянского района Гродненской области Республики Беларусь (1960–2021 гг.)

Таблица 2

Динамика интенсивного показателя заболеваемости туберкулезом жителей Ошмянского района Гродненской области Республики Беларусь (1960–2021 гг.)

| Год | Интенсивный показатель заболеваемости | Год | Интенсивный показатель заболеваемости |
|------|---------------------------------------|------|---------------------------------------|
| 1960 | 38,4 | 1991 | 15,6 |
| 1961 | 32,7 | 1992 | 13 |
| 1962 | 77,1 | 1993 | 13,1 |
| 1963 | 16,1 | 1994 | 33,7 |
| 1964 | 4,3 | 1995 | 7,8 |
| 1965 | 29 | 1996 | 23,4 |
| 1966 | 22,6 | 1997 | 46,7 |
| 1967 | 6,8 | 1998 | 36,5 |
| 1968 | 31 | 1999 | 42,7 |
| 1969 | 31 | 2000 | 43,4 |
| 1970 | 29,5 | 2001 | 40,9 |
| 1971 | 34,2 | 2002 | 41,3 |
| 1972 | 32,6 | 2003 | 44,6 |
| 1973 | 32,0 | 2004 | 48,1 |
| 1974 | 32,0 | 2005 | 66,2 |
| 1975 | 33,3 | 2006 | 46,9 |
| 1976 | 19 | 2007 | 41,7 |
| 1977 | 23,8 | 2008 | 42,2 |
| 1978 | 11,9 | 2009 | 42,4 |
| 1979 | 11,7 | 2010 | 43,5 |
| 1980 | 30,5 | 2011 | 40,5 |
| 1981 | 21,3 | 2012 | 37,6 |
| 1982 | 36 | 2013 | 51,06 |
| 1983 | 28,5 | 2014 | 38,8 |
| 1984 | 27,2 | 2015 | 51,1 |
| 1985 | 7,5 | 2016 | 29 |
| 1986 | 20 | 2017 | 32 |
| 1987 | 27,5 | 2018 | 32,2 |
| 1988 | 20 | 2019 | 19,5 |
| 1989 | 18 | 2020 | 19,5 |
| 1990 | 33,8 | 2021 | 16,4 |

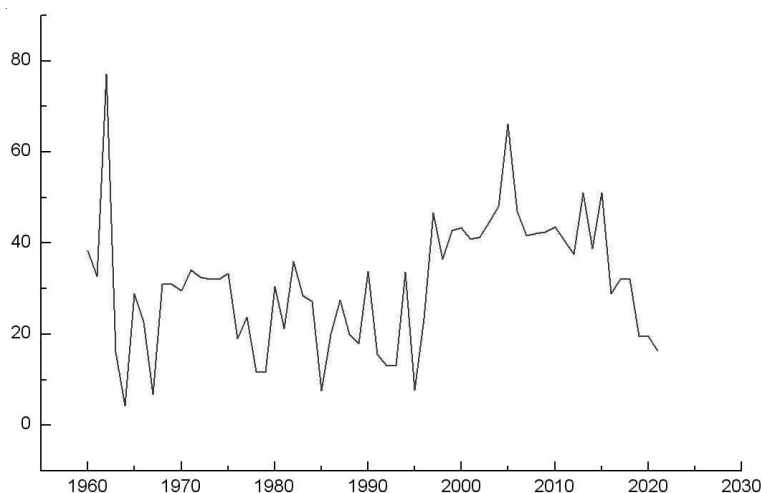


Рис. 3. Динамика интенсивного показателя заболеваемости туберкулезом населения Ошмянского района Гродненской области Республики Беларусь (1960–2021 гг.)

Таблица 3

Матрица корреляции исследуемых показателей по Пирсону (линейная корреляция)

| | Абсолютный показатель заболеваемости | Численность населения района | Интенсивный показатель заболеваемости |
|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Абсолютный показатель заболеваемости | 1 | 0.008 | 0.939** |
| Численность населения района | 0.008 | 1 | - 0.289* |
| Интенсивный показатель заболеваемости | 0.939** | - 0.289* | 1 |

** Корреляция значима на уровне $P \leq 0.01$ (двухсторонняя).

* Корреляция значима на уровне $P \leq 0.05$ (двухсторонняя).

Таблица 4

Матрица корреляции исследуемых показателей по Кендаллу (ранговая корреляция)

| | Абсолютный показатель заболеваемости | Численность населения района | Интенсивный показатель заболеваемости |
|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Абсолютный показатель заболеваемости | 1 | - 0.003 | 0.810** |
| Численность населения района | - 0.003 | 1 | - 0.207* |
| Интенсивный показатель заболеваемости | 0.810** | - 0.207* | 1 |

** Корреляция значима на уровне $P \leq 0.01$ (двухсторонняя).

* Корреляция значима на уровне $P \leq 0.05$ (двухсторонняя).

Очевидно, что модель (1) не является адекватной (см. табл. 6). С высокой степенью вероятности это обусловлено включением в модель фактора численности населения в популяции.

Адекватность модели (2) (см. табл. 7) можно оценить как удовлетворительную, поскольку при

$n=62$ погрешность без учета направления отклонения при экспресс-оценке составила 15%, а с учетом направления отклонения – 7% (+17; +9; -19 – см. табл. 7).

Таким образом, в ходе исследования установлено следующее.

Таблица 5

Матрица корреляции исследуемых показателей по Спирмену (ранговая корреляция)

| | Абсолютный показатель заболеваемости | Численность населения района | Интенсивный показатель заболеваемости |
|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Абсолютный показатель заболеваемости | 1 | - 0.044 | 0.929** |
| Численность населения района | - 0.044 | 1 | - 0.327** |
| Интенсивный показатель заболеваемости | 0.929** | - 0.327** | 1 |

** Корреляция значима на уровне $P \leq 0.01$ (двухсторонняя).

Таблица 6

Результаты экспресс-оценки адекватности регрессионной модели зависимости интенсивного показателя заболеваемости туберкулезом от абсолютного показателя и численности населения в популяции

| Год | Значение интенсивного показателя | Модель |
|------|----------------------------------|----------|
| 1962 | 77,1 | - 333.73 |
| 1986 | 20 | - 343.03 |
| 2013 | 51,06 | - 239.04 |

Таблица 7

Результаты экспресс-оценки адекватности регрессионной модели зависимости интенсивного показателя заболеваемости туберкулезом от абсолютного показателя

| Год | Значение интенсивного показателя | Модель |
|------|----------------------------------|---------------|
| 1962 | 77,1 | 90 (+ 17%) |
| 1986 | 20 | 21.771 (+ 9%) |
| 2013 | 51,06 | 41.379 (-19%) |

1. При стабильном снижении численности населения Ошмянского района Гродненской области Республики Беларусь динамика как абсолютного, так и интенсивного показателей характеризуется значительным ростом в период с 1995 по 2015 гг. с пиками в 2005 г.

2. Корреляционная связь абсолютного показателя заболеваемости с численностью населения района по результатам всех оценок практически отсутствует (0.008 (Пирсон); -0.003 (Кендалл); -0.044 (Спирмен)).

3. Уровни корреляционных связей между абсолютным и относительным показателями заболеваемости крайне высоки: 0.939 (Пирсон); 0.810 (Кендалл); 0.929 (Спирмен).

4. Адекватность моделирования интенсивного показателя заболеваемости абсолютным показателем заболеваемости на исследуемом материале в результате экспресс-оценки может быть признана удовлетворительной.

5. Результаты данного исследования требуют дополнения и дальнейшего анализа.

Литература

1. Пространственное моделирование динамики заболеваемости туберкулезом населения Ошмянского района Гродненской области Республики Беларусь / С.А.Лаптёнок, Ю.Д.Синкевич, А.А.Кологривко, О.И.Родькин, С.А.Хорева, Ю.В.Кляусова // Международный научный журнал «Научные горизонты». – 2022. – №9. – С.43–54.
2. Лаптёнок, С.А. Статистические методы в биологии и медицине. Курс лекций / С.А.Лаптёнок, И.В.Лазар. – Минск: МГЭУ им. А.Д.Сахарова, 2007. – 98 с.
3. Бубнов, В.П. Решение задач экологического менеджмента с использованием методологии системного анализа / В.П.Бубнов, С.В.Дорожко, С.А.Лаптёнок. – Минск: БНТУ, 2009. – 266 с.
4. Лаптёнок, С.А. Системный анализ геоэкологических данных в целях митигации чрезвычайных ситуаций / С.А.Лаптёнок. – Минск: БНТУ, 2013. – 287 с.
5. Johnson, R. Elementary Statistics. 4th edition / R.Johnson. – Boston: Duxbury Press, 1984. – 557 p.

INITIAL ASSESSMENT OF TUBERCULOSIS MORBIDITY DYNAMICS IN OSHMYANY DISTRICT OF GRODNO REGION OF THE REPUBLIC OF BELARUS

¹S.A.Laptyonok, ²Yu.D.Sinkevich,
¹A.A.Kologrivko, ²O.I.Rodzkin, ¹S.A.Horeva,
¹Yu.V.Klyausova

¹Belarusian National Technical University, 65, Nezavisimosti Ave., 220013, Minsk, Republic of Belarus

²International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, 23/1, Dolgobrodskaya Str., 220070, Minsk, Republic of Belarus

Results are presented of initial assessment of tuberculosis incidence dynamics in Oshmyany District (Grodno Region, Republic of Belarus) for the period 1960–2021 using methods of computer data visualization, correlation analysis and regression modeling.

Keywords: correlation analysis; regression modeling; incidence dynamics; tuberculosis; Republic of Belarus; Grodno Region; Oshmyany District.

Сведения об авторах:

Лаптёнок Сергей Антонович, канд. техн. наук, доцент; Белорусский национальный технический университет, факультет горного дела и инженерной экологии, доцент кафедры «Инженерная экология»; тел.: (+37529) 6257828; e-mail: 267413@mail.ru.

Синкевич Юлия Дмитриевна; «Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова» Белорусского государственного университета, студент; тел.: (+37529) 6940079; e-mail: cherskayau@yandex.by.

Кологривко Андрей Андреевич, канд. техн. наук, доцент; Белорусский национальный технический университет, декан факультета горного дела и инженерной экологии; тел.: (+37529) 6840510; e-mail: kologrivko@tut.by.

Родькин Олег Иванович, д-р биол. наук, доцент; «Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова» Белорусского государственного университета, зам. директора по учебной работе; тел.: (+37529) 3871501; e-mail: aleh.rodzkin@rambler.ru.

Хорева Светлана Алексеевна, д-р биол. наук, профессор; Белорусский национальный технический университет, факультет горного дела и инженерной экологии, профессор кафедры «Инженерная экология»; тел.: (+37529) 6857939; e-mail: horeva.svetlana@mail.ru.

Кляусова Юлия Владимировна, канд. с.-х. наук, доцент; Белорусский национальный технический университет, факультет горного дела и инженерной экологии, доцент кафедры «Инженерная экология»; тел.: (+37529) 1679237; e-mail: yuliya-klaus@mail.ru.

Поступила 21.09.2022 г.