

УДК 616-002.5-036 (476.6)

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

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

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет,  
пр. Независимости, 65, 220013, г. Минск, Республика Беларусь  
<sup>2</sup>«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:

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

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

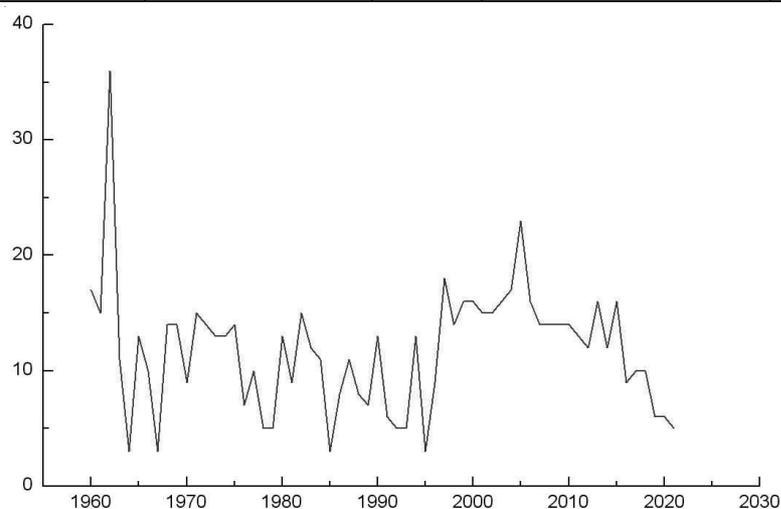
где:

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.)**

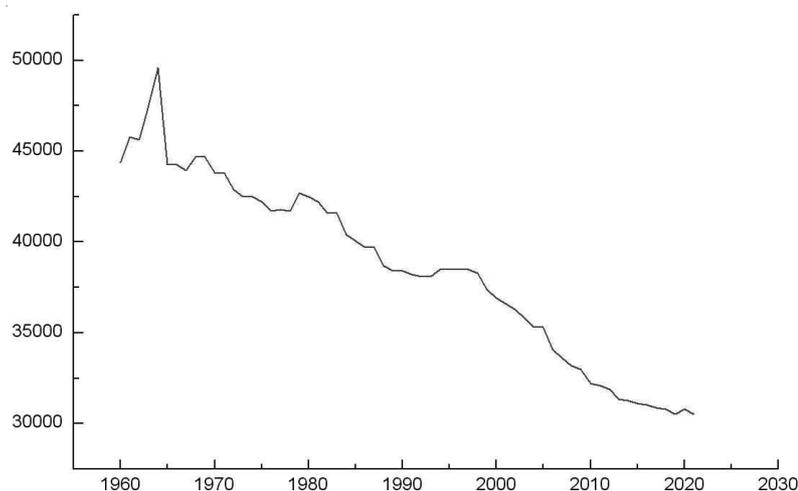


Рис. 2. Динамика численности населения Ошмянского района Гродненской области Республики Беларусь (1960–2021 гг.)

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

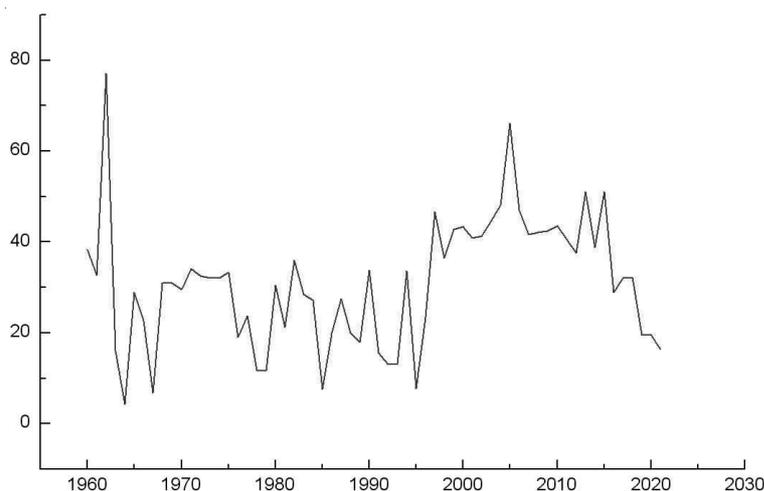


Рис. 3. Динамика интенсивного показателя заболеваемости туберкулезом населения Ошмянского района Гродненской области Республики Беларусь (1960–2021 гг.)

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**

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

<sup>1</sup>Belarusian National Technical University, 65, Nezavisimosti Ave., 220013, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>International 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.*