

М. А. Назарова<sup>1</sup>, С. И. Хлебус<sup>2</sup>, А. Н. Стожаров<sup>1</sup>

## ПРОГНОЗ РИСКОВ РАКА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У НАСЕЛЕНИЯ СТОЛИНСКОГО И ЛУНИНЕЦКОГО РАЙОНОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ, ПОСТРАДАВШИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

УО «Белорусский государственный медицинский университет»<sup>1</sup>,  
ОЗ «Лунинецкая центральная районная больница»<sup>2</sup>

*В статье осуществлен прогноз радиационных рисков возникновения рака щитовидной железы у жителей Столинского и Лунинецкого районов Брестской области, с помощью интерактивной компьютерной программы The Radiation Risk Assessment Tool (RadRAT), разработанной Национальным институтом рака (США). В результате сделанных прогностических оценок избыточного пожизненного риска, выяснилось, что пожизненный риск для женщин выше чем у мужчин (как и дозы облучения). Прогнозируемый пожизненный риск рака щитовидной железы у жителей Лунинецкого района выше чем для жителей Столинского района. Примерно такая же картина касается избыточного будущего риска в двух исследуемых районах, при том, что базовый риск, то есть риск не обусловленный облучением, у жителей районов практически одинаковый. Наибольший риск возникновения РЩЖ свойственен лицам, которым на момент аварии было от 0 до 4 лет. Анализируя полученные данные необходимо сделать главный вывод о необходимости долгосрочного мониторинга и планирования диспансерных мероприятий у лиц, получивших дозы облучения в результате Чернобыльской катастрофы.*

**Ключевые слова:** радиоактивный йод, облучение, поглощенная доза, избыточный пожизненный риск, избыточный будущий риск, рак щитовидной железы.

**M. A. Nazarova, S. I. Khlebus, A. N. Stojarov**

### **PREDICTION OF THYROID CANCER RISKS IN THE POPULATION OF THE STOLIN AND LUNINETS DISTRICTS OF THE BREST REGION AFFECTED BY THE CHERNOBYL ACCIDENT**

*The article predicts the radiation risks of thyroid cancer in residents of the Stolín and Luninets districts of the Brest region using the interactive computer program The Radiation Risk Assessment Tool (RadRAT) developed by the National Cancer Institute (USA). As a result of the prognostic estimates of the excess lifetime risk, it turned out that the lifetime risk for women is higher than for men (as well as radiation doses). The predicted lifetime risk of thyroid cancer in residents of the Luninets district is higher than for residents of the Stolín district. Approximately the same picture applies to excess future risk in the two studied areas, despite the fact that the basic risk, that is, the risk not caused by exposure, is almost the same for residents of the areas. The greatest risk of thyroid cancer is inherent to people who at the time of the accident were from 0 to 4 years old. Analyzing the data obtained, it is necessary to draw the main conclusion about the need for long-term monitoring and planning of dispensary measures for people who received radiation doses as a result of the Chernobyl disaster.*

**Key words:** I-131, irradiation, absorbed dose, excess lifetime risk, excess future risk, thyroid cancer.

**В** результате аварии на Чернобыльской АЭС радиоактивному загрязнению подверглись большие по площади территории Беларуси. Дозы внутреннего облучения населения, проживающего в этих районах, в ранний период после катастрофы, формирова-

лись за счет ингаляционного и перорального поступления радионуклидов, в том числе, радиоактивного йода (I-131), накапливающегося в щитовидной железе. Определению роли этого радиационного фактора в потенцировании отдаленных последствий облучения,

в частности развития рака щитовидной железы (РЩЖ), посвящено много научных работ [1]. Методы прогнозирования развития данного онкологического заболевания позволяют своевременно оценить потенциальную величину радиационных рисков рака после воздействия низких доз радиации [2]. В настоящей статье исследовали зависимость риска развития РЩЖ от дозы облучения у жителей Столинского и Лунинецкого районов (как одних из наиболее загрязненных в Брестской области в результате аварии на ЧАЭС) разных возрастных групп с помощью программы The Radiation Risk Assessment Tool (RadRAT, доступной по адресу <https://irep.nci.nih.gov/radrat>), разработанной Национальным институтом рака (США).

### Материалы и методы

Использованная для расчетов, интерактивная компьютерная программа RadRAT применяется для оценки избыточного пожизненного риска (ИПР) (от момента облучения до конца жизни) возникновения рака, связанного с радиационным воздействием. Несомненным плюсом программы является расчет распределения интервалов неопределенности в соответствии с заданной пользователем историей воздействия. Модели, используемые для расчетов рисков, основаны на разработках Национального научно-исследовательского совета Национальных академий наук США (известный как комитет BEIR). Онлайн-калькулятор позволяет оценить также избыточный будущий риск (ИБР) (с настоящего времени до фактически конца жизни человека в течение, по крайней мере, пятидесяти лет). Будущие риски представлены как риски, связанные с облучением (избыточный риск), базовый будущий риск (ББР) (риск в отсутствие облучения) и общий будущий риск (ОБР) (сумма избыточного и базового рисков). RadRAT рассчитывает избыточный пожизненный риск, опираясь на определенную пользователем историю облучения: пол, год рождения, год, в котором произошло воздействие, облученный орган, поглощенную дозу и степень воздействия (хроническое или острое). Программа

использует моделирование по методу Монте-Карло для количественной оценки неопределенностей, выполняемой программным пакетом Analytica®.

Регистр доз облучения жителей Столинского и Лунинецкого районов в 1986 году был любезно предоставлен д. т. н. Шинкаревым С. М., заведующим отделом промышленной радиационной гигиены Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А. И. Бурназяна» ФМБА России (ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России), Москва, за что авторы выражают ему искреннюю благодарность [3].

Для расчетов риска брались стандартные возрастные интервалы: 0–4, 5–8, 9–14, 15–18 лет (возраст на момент облучения), использованные Научным комитетом ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН) для анализов случаев РЩЖ в постчернобыльский период [4]. На основании данных регистра поглощенных доз облучения на ЩЖ рассчитывались средние значения этого показателя по возрастным группам. Полученные данные использовались для расчета рисков развития рака щитовидной железы с помощью программы RadRAT.

### Результаты и обсуждение

При оценке регистра поглощенных доз облучения, полученных населением двух районов Брестской области, установлено, что более высокие дозы были сформированы на жителей Лунинецкого района (табл. 1).

**Таблица 1. Средние значения поглощенных доз облучения щитовидной железы различных возрастных групп (на момент облучения) населения Столинского и Лунинецкого районов Брестской области**

Возрастные интервалы (лет)	Поглощенная доза, мГр	
	Столинский район	Лунинецкий район
0–4	515	561
5–8	260	284
9–14	146	160
15–18	104	113
>18	75	81

Таблица 2. Средние значения избыточных пожизненного и будущего риска (шансы на 100 000 с 90 % интервалом неопределенности) населения Столинского и Лунинецкого районов Брестской области

Возрастные интервалы полов	ИПР		ИБР	
	Столинский район	Лунинецкий район	Столинский район	Лунинецкий район
0–4, ж	5550 (1260–13300)	6050 (1380–14500)	4660 (1060–11100)	5080 (1160–12100)
0–4, м	923 (205–2350)	1010 (223–2560)	819 (183–2030)	893 (200–2210)
5–8, ж	1850 (421–4430)	2010 (459–4830)	1410 (322–3350)	1540 (351–3660)
5–8, м	308 (68,3–780)	336 (74,4–851)	257 (57,5–636)	281 (62,7–693)
9–14, ж	682 (155–1630)	744 (170–1780)	465 (106–1110)	507 (116–1210)
9–14, м	113 (25,1–286)	124 (27,3–312)	88,2 (19,7–218)	96,2 (21,5–238)
15–18, ж	342 (78,1–816)	373 (85,2–890)	210 (47,9–504)	229 (52,3–549)
15–18, м	56,8 (12,6–143)	62 (13,7–156)	41,8 (9,34–104)	45,6 (10,2–113)
> 18, ж	14,9 (3,4–35,1)	16,2 (3,71–38,3)	1,98 (0,439–5,12)	2,16 (0,48–5,59)
>18, м	2,9 (0,62–7,25)	3,16 (0,67–7,91)	0,50 (0,10–1,20)	0,55 (0,11–1,31)

Примечание: в скобках представлены верхние и нижние значения 90 % доверительного интервала.

Вполне естественно и это связано с анатомическими и физиологическими особенностями, большие дозы были получены детьми, у которых дозы на ЩЖ превышают значения взрослых примерно в 7 раз. Так как основой прогноза злокачественных новообразований является зависимость доза-эффект, риски развития РЩЖ железы, как избыточные пожиз-

ненные, так и таковые будущие, у этого населения ожидалось наиболее высокие.

На рисунке 1 показана возрастная зависимость ИПР РЩЖ у жителей Столинского района Брестской области в зависимости от пола. Указанный показатель представлен с помощью логарифмической шкалы. Между тем отчетливо видно, что в области возрастных

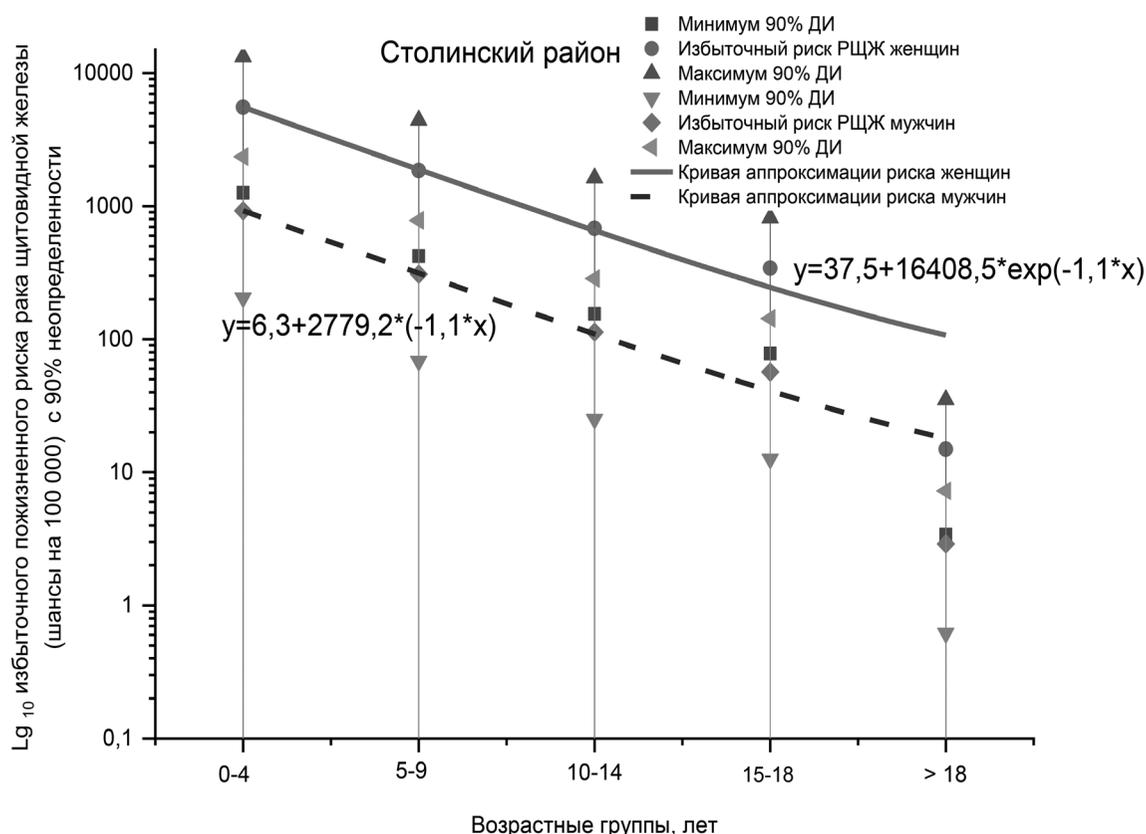


Рис. 1. ИПР РЩЖ разных возрастных групп в Столинском районе Брестской области

групп от 0 до 18 лет значение ИПР хорошо аппроксимируется в виде экспоненциальной зависимости согласно формуле:

$$y = y_0 + Ae^{R_0 \cdot x},$$

где  $y$  – значение ИПР,  $y_0$ ,  $A$  и  $R_0$  – константы,  $x$  – возрастная группа.

Хорошо видно, что выделенные возрастные группы укладываются на кривую, за исключением значения риска у взрослых (рис. 1).

Из представленных данных видно, что значение ИПР у женщин выше, чем у мужской части населения. В дальнейшем, с целью наглядности представляемых данных мы использовали дискретную шкалу избыточных и будущих рисков (рис. 2).

Примечание: на рисунке показаны те же данные, что и на рис. 1 за исключением другой размерности шкалы ординат.

Сравнивая полученные данные становится очевидным, что прогнозируемый ИПР РЩЖ у жителей Лунинецкого района, которые получили дозы на щитовидную железу в результате инкорпорации радиоактивного йода несколько выше, чем для жителей Столинского

района Брестской области. Эти данные соответствуют и фактически пропорциональны поглощенным дозам на ЩЖ, которые были обусловлены накоплением I-131 в ЩЖ жителей районов.

Как было упомянуто выше, существуют гендерные различия в рисках развития рака щитовидной железы. На повышенный риск заболеваний у женщин указывали и ранее. В публикации BEIR был сделан вывод о том, что при одинаковом уровне облучения пожизненный риск развития РЩЖ у женщин примерно в 5 раза выше, чем у мужчин [5].

Примерно аналогичная картина касается и соотношений ИБР в двух исследуемых районах (рис. 4 и 5), что не должно вызывать удивления с учетом того, что ИБР рассчитывается как часть пожизненного риска с единственным отличием, которое касается точки отсчета. В своих расчетах за отправную точку мы брали 2020 год.

Представляет интерес и тот факт, что базовый риск, то есть риск не обусловленный облучением, у жителей этих двух районов практически одинаковый (рис. 6 и 7).

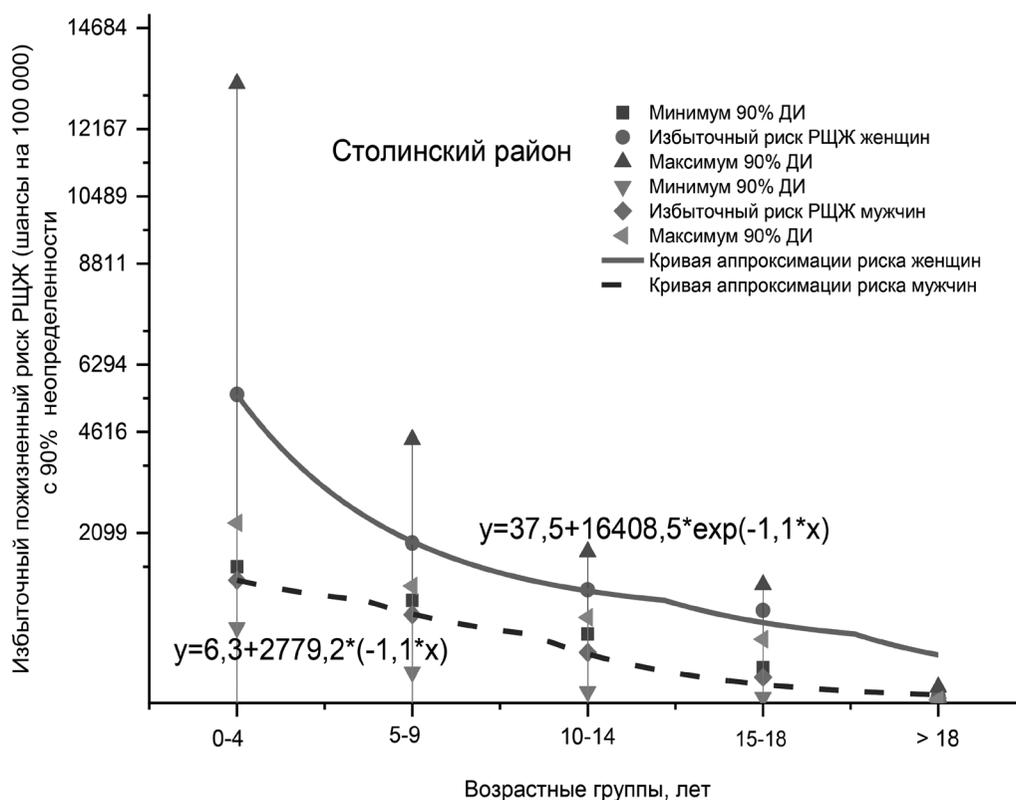


Рис. 2. Прогноз ИПР РЩЖ у жителей обоих полов Столинского района Брестской области.

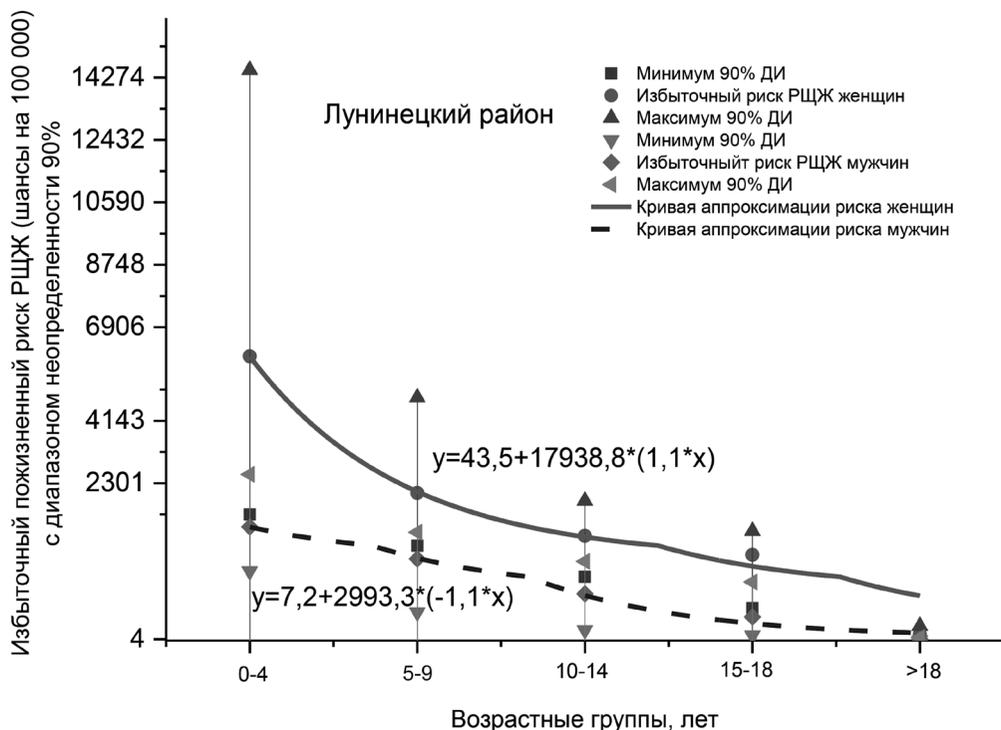


Рис. 3. Прогноз ИПР РЩЖ у жителей обоих полов Лунинецкого района Брестской области

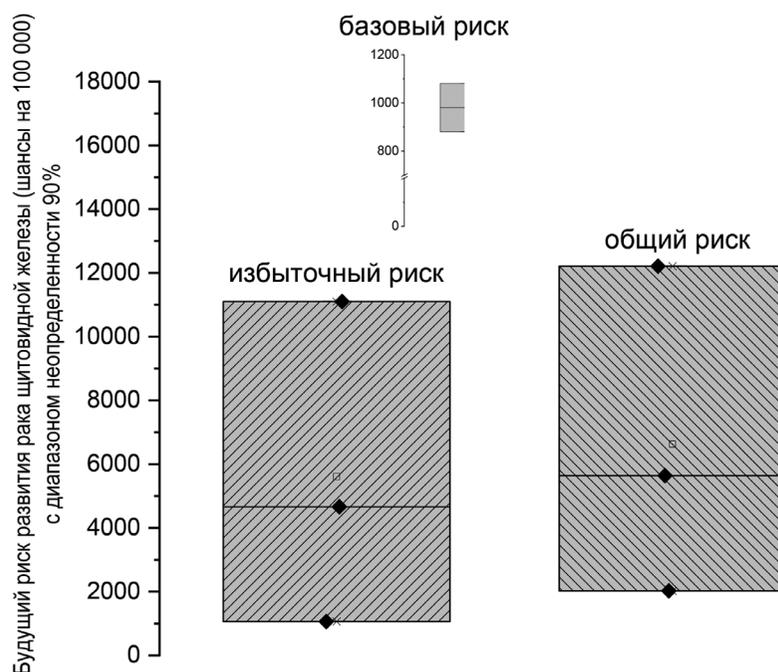


Рис. 4. Будущие избыточный, базовый и общий риски у женщин Столинского района, облученных в раннем детском возрасте (0–4 года)

Хорошо видно, что и в отсутствии радиационного воздействия заболеваемость РЩЖ у женщин также выше, чем у мужской части населения. Тем не менее, параметры экспоненциальных зависимостей для двух районов абсолютно одинаковы. Это с нашей точки зрения можно объяснить территориальной

схожестью районов, социальными, природными характеристиками и др.

Анализируя полученные данные необходимо сделать главный вывод о необходимости скрупулезного планирования диспансерных мероприятий. Как видно из представленных данных, наибольший риск возникновения

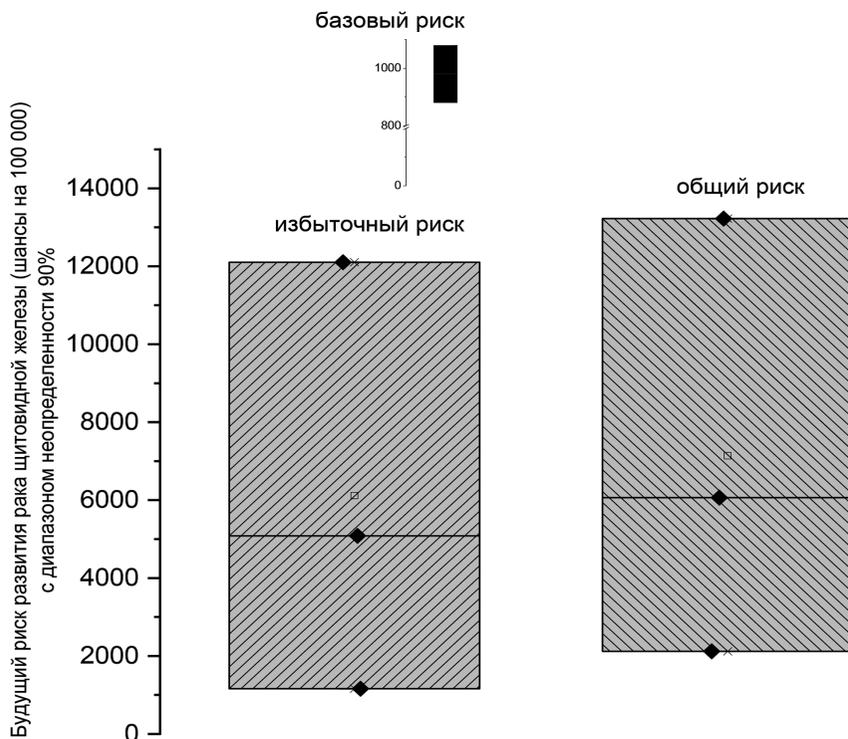


Рис. 5. Будущие избыточный, базовый и общий риски у женщин Лунинецкого района, облученных в раннем детском возрасте (0–4 года)

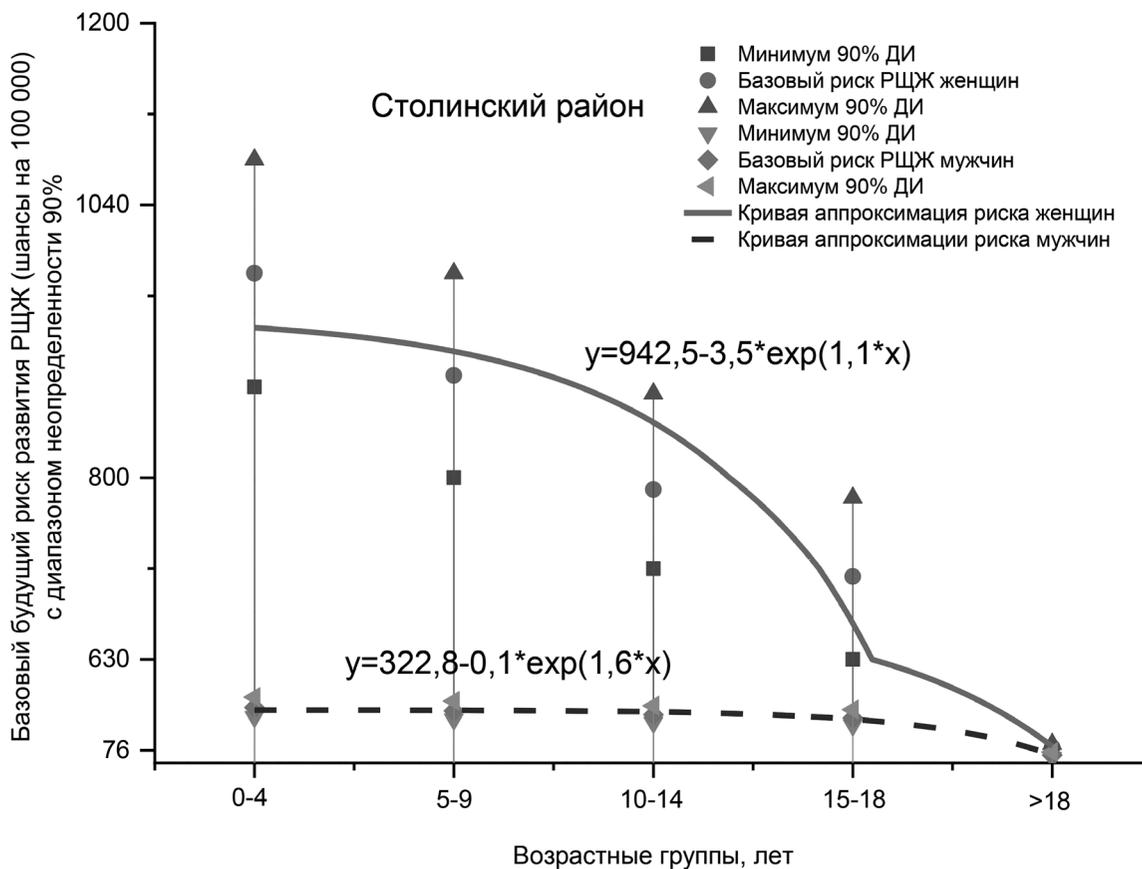


Рис. 6. ББР риск РЩЖ у населения Столинского района Брестской области

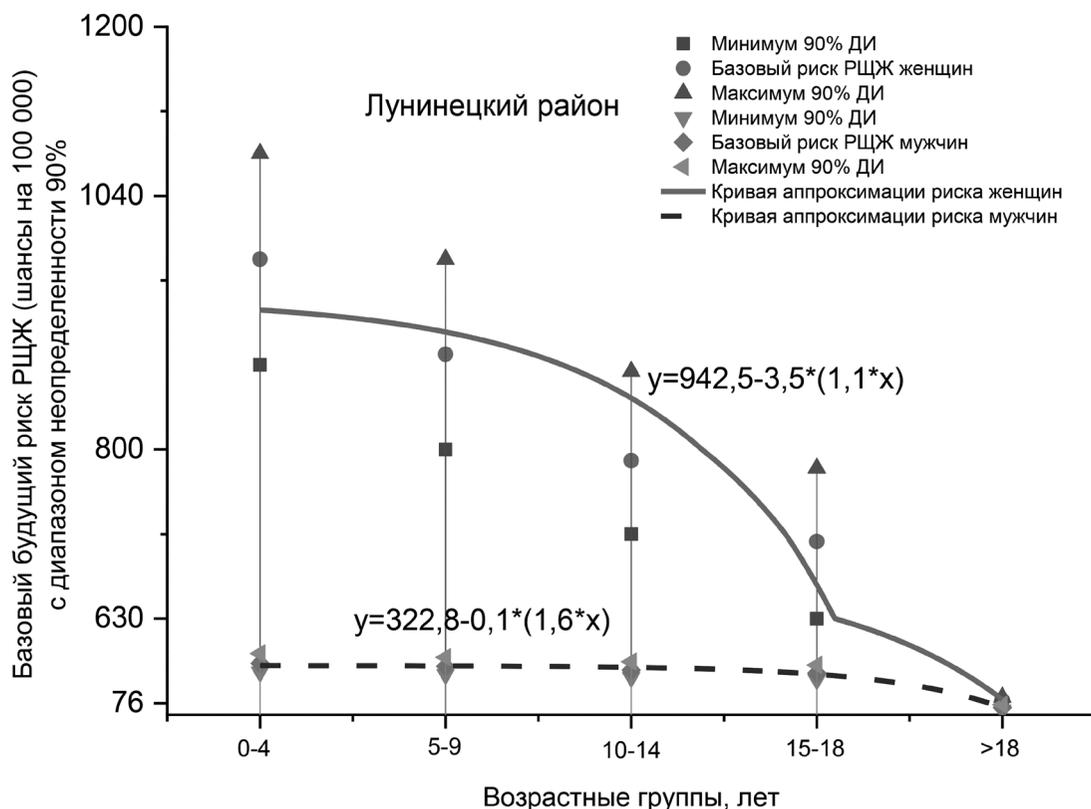


Рис. 7. ББР РЩЖ у населения Лунинецкого района Брестской области

РЩЖ свойственен лицам, которым на момент аварии было не более 4 лет. В настоящий момент времени возраст этих жителей Лунинецкого и Столинского районов от 34 до 38 лет. Согласно нашим данным, именно эта группа наиболее подвержена риску заболеваемости РЩЖ. При этом следует учитывать, что прежде всего это относится к женской части населения. Высокий риск этой патологии обуславливается, прежде всего, высокими поглощенными дозами на ЩЖ у детей, который формировались за счет ингаляционного поступления, а также пероральном пути поступления за счет употребления цельного молока. Второй по значимости группой риска будут жители района в возрасте 39–42 года. И хотя риск возникновения РЩЖ у женщин этой группы в 3 раза меньше, чем у предыдущей, тем не менее остается довольно высоким. Лица, попавшие в другие возрастные категории особой настороженности не должны вызывать в силу того обстоятельства, что среднегодовая заболеваемость среди них не будет превышать таковую, свойственную для южных регионов нашей республики.

### Литература

1. Kesminiene, A., Evrard A., Ivanov V. et al. Risk of Thyroid Cancer among Chernobyl Liquidators // *Radiation Research*. – 2012. – Vol. 178. – P. 425–436.
2. *Cancer Incidence in Five Continents: in X vol.* / ed.: D. Forman, F. Bray, D. H. Brewster [et al.] / International Agency for Research on Cancer (IARC): Scientific publications № 164 Lyon, France, 2014. – Vol. X. – 1365 p.
3. Gavrilin, Y., Khrouch V., Shinkarev S., Drozdovitch V., Minenko V., Shemiakina E. et al. Individual thyroid dose estimation for a casecontrol study of Chernobyl-related thyroid cancer among children of Belarus-part I: 131I, short-lived radioiodines (132I, 133I, 135I), and short-lived radiotelluriums (131MTe and 132Te) // *Health Phys.* – 2004. – Vol. 86. – P. 565–85.
4. *Evaluation of data on thyroid cancer in regions affected by the Chernobyl accident: A white paper to guide the Scientific Committee's future programme of work* / UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation). – New York, 2018. – 30 p.
5. *Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation* / BEIR (Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation): The national academies press. – Washington, 2006. – VII phase 2. – 406 p.

Поступила 13.05.2020 г.