

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2018  
УДК 614.2:616-006.04:312.6(571.64)

Чимитдоржиева Т.Н.<sup>1</sup>, Ляхова Н.П.<sup>2</sup>, Чимитдоржиева Г.Д.<sup>3</sup>

## ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ И АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЕЁ ТЕРРИТОРИИ

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет», 670000, г. Улан-Удэ, Россия;

<sup>2</sup>ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр» РАН, 634009, г. Томск, Россия;

<sup>3</sup>ФГБНУ «Институт общей и экспериментальной биологии» Сибирского отделения РАН, 670047, г. Улан-Удэ, Россия

*Авторами проанализирована частота заболеваемости населения Республики Бурятия злокачественными новообразованиями без разделения на отдельные локализации по статистическим данным по районам за длительный срок, в период 1995–2015 гг., в сравнении с таковой по РФ, с использованием сравнительно-географического метода. Выявлен рост общей онкопатологии с каждым годом, в связи с чем целью работы был поиск его причин в анализе экологических факторов региона. Установлена высокая заболеваемость населения в одних и тех же районах республики, таких как Баунтовский, Тарбагатайский, Кабанский, Прибайкальский, Заиграевский, Северо-Байкальский, Баргузинский и г. Улан-Удэ, по анализируемым четырём периодам: 1995–2000; 2001–2005; 2006–2010; 2011–2015 гг. Авторы объясняют этот факт аномальными природными условиями региона, развитостью горнодобывающей отрасли, в особенности разработкой мощных запасов урановых и полиметаллических руд. А г. Улан-Удэ, где сосредоточен весь промышленный узел и топливно-энергетический комплекс, входит в десятку самых загрязнённых городов России вследствие расположения в замкнутой котловине горной страны. В первые три периода анализа, до 2011 г., низкая заболеваемость отмечена в высокогорном районе Окинском, а в Тункинском – до 2006 г., в Муйском – до 2001 г., однако на этих территориях в последние пять лет произошёл её резкий рост – соответственно на 147, 205 и 231% к первоначальному периоду. Это, по-видимому, объясняется тем, что начатые в 60-е годы советской власти разработки природных сырьевых ресурсов, проводившиеся ещё кустарным способом, оставили патологический «след» на здоровье населения, проявляющийся даже через десятки лет. Постепенный рост онкопатологии отмечается в Джидинском, Кижингинском, Мухоршибирском, Селенгинском, Хоринском, Кяхтинском районах. Вместе с тем имеются территории, такие как Еравнинский и Иволгинский районы, где рост заболеваемости незначителен.*

**Ключевые слова:** злокачественные новообразования; экологические факторы окружающей среды.

**Для цитирования:** Чимитдоржиева Т.Н., Ляхова Н.П., Чимитдоржиева Г.Д. Заболеваемость населения Республики Бурятии злокачественными новообразованиями и анализ экологического состояния её территории. *Российский онкологический журнал*. 2018; 23 (1): 35–42. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1028-9984-2018-23-1-35-42>

**Для корреспонденции:** Чимитдоржиева Галина Доржиевна, д-р сельскохозяйственных наук, проф., ведущий научный сотрудник, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д. 6. E-mail: [galdorj@gmail.com](mailto:galdorj@gmail.com)

Chimitdorzhieva T.N.<sup>1</sup>, Lyakhova N.P.<sup>2</sup>, Chimitdorzhieva G.D.<sup>3</sup>

## MORBIDITY RATE OF MALIGNANT NEOPLASMS AND ANALYSIS OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BURYATIA

<sup>1</sup>Buryat State University, Ulan-Ude, 670000, Russian Federation;

<sup>2</sup>Tomsk National Research Medical Center, Tomsk, 634009, Russian Federation;

<sup>3</sup>Institute of General and Experimental Biology of the Siberian Branch of the RAS, Ulan-Ude, 670047, Russian Federation

*The authors analyzed the incidence rate of malignant neoplasms in the population of the Republic of Buryatia without division into separate locations by regions over a long period, beginning from 1995 to 2015 in comparison with that in the Russian Federation, using a comparative-geographical method. According to statistical data, the growth of general oncopathology has been revealed every year, in connection with which the aim of the work was to search for its causes in the analysis of environmental factors in the region. There was established a high morbidity rate in the population during analyzed four periods: over 1995–2000; 2001–2005; 2006–2010; 2011–2015 in the same regions of the republic, as Bountov, Tarbagataysky, Kabansky, Pribaikalsky, Zaigraevsky, North Baikal, Barguzin and Ulan-Ude. The authors explain this pattern by the abnormal natural conditions of the region, the development of the mining industry, in particular the development of powerful reserves of uranium and polymetallic ores. And the city of Ulan-Ude, where the entire industrial hub and fuel and energy complex is concentrated, is one of the ten most polluted cities in Russia due to the location in a closed basin of a mountainous country. In the first three analysis periods until 2011 there was a low incidence in the high-altitude region of Okinsk, and in Tunkinsky until 2006, in Muisky until 2001, however, in their territories in the last five years, sharp gain was seen respectively from 147%, 205% in relation to 231% initial period. This is probably due to the fact that the development of natural raw materials, begun in the 1960s by the Soviet authorities, is still a handicraft way, leaving a pathological “trace” on the health of the population, manifested in tens of years. The gradual gain of oncopathology is observed in Dzhidinsk, Kizhinginsky, Mukhorshibirsky, Selenginsky, Khorin, Kyakhta districts. However, there are territories of the regions of the republic, like Eravnsky and Ivolginsky, where the incidence is insignificant.*

Key words: *malignant neoplasms; environmental factors of the environment.*

**For citation:** Chimitdorzhieva T.N., Lyakhova N.P., Chimitdorzhieva G.D. Morbidity rate of malignant neoplasms and analysis of the ecological state of the territory of the Republic of Buryatia. *Rossiiskii onkologicheskii zhurnal. (Russian Journal of Oncology)*. 2018; 23 (1): 35–42. (In Russ.). DOI: http://dx.doi.org/10.18821/1028-9984-2018-23-1-35-42

**For correspondence:** Galina D. Chimitdorzhieva, MD, PhD, DSc, Prof., Leading Researcher, Ulan-Ude, 670047, Russian Federation. E-mail: galdorj@gmail.com

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgment.** The study had no sponsorship.

Received 23 October 2017  
Accepted 23 November 2017

Злокачественные новообразования (ЗНО) – вторая из ведущих причин смерти (25%) после сердечно-сосудистых заболеваний (38%) в странах с высоким уровнем дохода и третья (12%) – после сердечно-сосудистых заболеваний (30%), инфекционных и паразитарных болезней (14%) в странах с низким и средним уровнем дохода [1]. Для 10–16% всех злокачественных новообразований в мире фактором риска является хроническая инфицированность, этот показатель более чем в три раза выше в развивающихся странах (23%), чем в развитых (7%) [2–4].

Однако по данным Международного агентства по изучению рака (МАИР), рак на 85% связан с воздействием канцерогенных факторов окружающей среды [5, 6]. Интерпретация статистических данных по распространению ЗНО с учётом экологического обзора является одним из важных компонентов для построения общей стратегии борьбы с этой патологией [7–10]. Статистические данные по ЗНО позволяют выявить наиболее неблагоприятные территории, неблагополучные группы населения и сосредоточить внимание медицинской общественности на оздоровлении данного контингента, а также выявить факторы окружающей среды, влияющие на развитие злокачественных опухолей [8, 9, 11, 12]. ЗНО относят к индикаторным показателям здоровья с высокой степенью зависимости от качества среды обитания [13–15]. Отсюда целью работы, наряду с изучением заболеваемости населения, был экологический анализ среды обитания человека за Байкалом, где воздействие как естественных, так и антропогенных факторов имеет отдалённые последствия. В связи с этим наша задача включала анализ факторов, обеспечивающих жизнедеятельность населения в экстремальных природно-климатических условиях Байкальского региона.

Ранее нами была обнаружена связь онкологических патологий у населения в семи районах республики и в г. Улан-Удэ (т. е. там, где имелись данные) с наличием радиации и содержанием тяжёлого металла – свинца в почвенном покрове территорий Бурятии, обусловленных в основном подстилающими горными породами [16–18]. Загрязнения свинцом отмечены в южной, восточной и юго-восточных частях Улан-Удэ, а также территориях Тарбагатайского, Заиграевского, Бичурского, Мухоршибирского, Селенгинского, Кяхтинского районов Республики Бурятия. Остальная часть территории не обследована по свинцу ввиду горно-таёжного рельефа. Экспериментально найдена корреляционная связь ( $r = 0,85$ ), которая оказалась выше критического значения ( $r = 0,71$ ), то есть гипотеза о связи содержания свинца и частоты ЗНО может быть значимой [18]. Следует отметить, что не исключается существование такой

связи при наличии влияния радиоактивных изотопов свинца вследствие множества урановых месторождений, а также иных факторов. Почвенный свинец попадает в организм человека через пищевые цепи. Попадая в организм, он остаётся в нём навсегда, вызывает стандартный процесс метаболизма, вызывает мутации, нарушает структуру и функции ферментов синтеза и репарации ДНК [11, 19–21], в конечном итоге являясь причиной онкопатологии.

В экологических исследованиях по изучению последствий радиоактивных выбросов при Семипалатинских ядерных испытаниях в Иркутской области выявлена высокая распространённость онкологических заболеваний у населения [22]. А в Бурятии, по данным ГФУП «Бурятгеоцентр», загрязнения отслеживаются по аномальным накоплениям  $Cs^{137}$  в следующих районах: Баунтовском, Тарбагатайском, Заиграевском, Кабанском, Прибайкальском при общем фоне 2 сЗв, интегрально накопленном в течение всего периода испытаний ядерного оружия в Семипалатинске. А предельно допустимой для населения считается доза 1 мЗв (или 0,1 сЗв), введённая в России с 1 января 2000 г. Как раз в этих районах обнаруживается во все периоды анализа высокая частота заболеваемости (рис. 1), и связь между ней и накопленной радиацией была почти прямой ( $r = 0,95–0,98$ ) [16]. В связи с обнаруженными корреляциями между радиацией и уровнем тяжёлого металла (свинца), накопленного в почвенном покрове, нами продолжен поиск экологических факторов, провоцирующих в регионе злокачественные патологии.

## Материал и методы

Основным методом исследований был сравнительно-географический. Авторами использованы статистические материалы по злокачественным новообразованиям по Республике Бурятии [23], а также имеющиеся в литературе данные по загрязнению атмосферного воздуха [24–26].

Анализ эпидемиологической ситуации проводили по экстенсивным и стандартизованным показателям (СП,  $\%_{0000}$ ), рассчитанным прямым методом (мировой стандарт), определяли темп прироста (среднегодовой и среднемежпятилеточный) [27].

Изучение онкологической заболеваемости в Республике Бурятия проводилось в 1996–2015 гг. по пятилетним периодам: 1996–2000 гг., 2001–2005 гг., 2006–2010 гг., 2011–2015 гг.

Статистическая обработка материала проводилась с использованием программ Excel 2003, Statistica 8.0. Различия считались статистически значимыми при вероятности, не превышающей 5% ( $p \leq 0,05$ ).

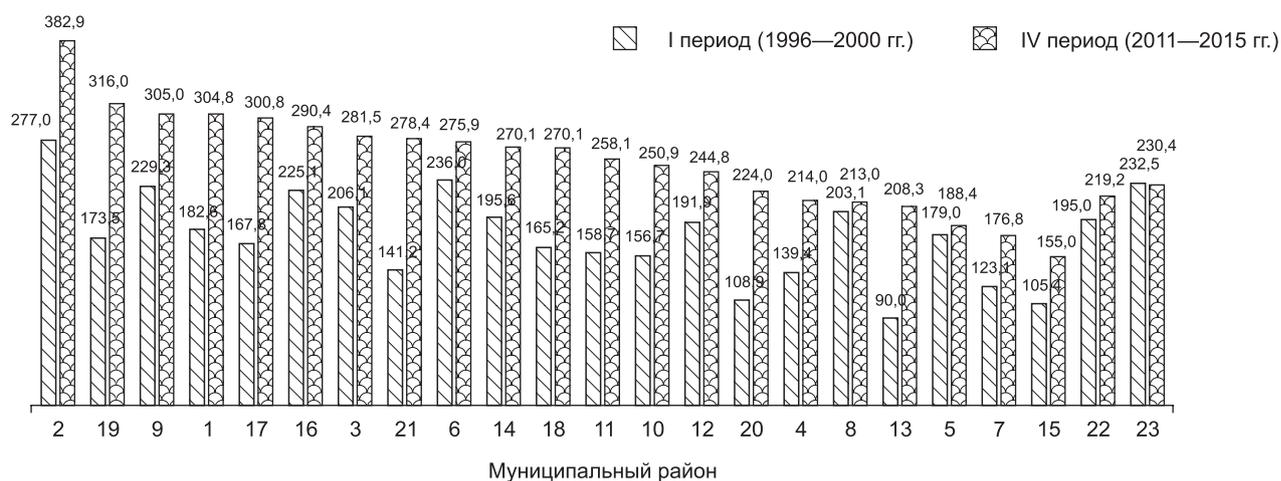


Рис. 1. Заболеваемость населения Республики Бурятия общинами ЗНО (средние показатели за пятилетние периоды на 100 тыс. населения).  
Примечание. Районы: 1 – Баргузинский; 2 – Баунтовский; 3 – Бичурский; 4 – Джидинский; 5 – Еравнинский; 6 – Заиграевский; 7 – Закаменский; 8 – Иволгинский; 9 – Кабанский; 10 – Кижигинский; 11 – Курумканский; 12 – Кяхтинский; 13 – Муйский; 14 – Мухоршибирский; 15 – Окинский; 16 – Прибайкальский; 17 – Северобайкальский; 18 – Селенгинский; 19 – Тарбагатайский; 20 – Тункинский; 21 – Хоринский; 22 – среднее по РБ; 23 – среднее по г. Улан-Удэ.

## Результаты

На основании результатов исследований заболеваемости населения Республики Бурятия за длительный временной отрезок установлена тенденция её устойчивого роста, что в основном обусловлено аномальным природным комплексом, кроющимся в геологии региона. Накопленная радиация, присутствие в почвогрунтах полиметаллов и урановых руд, неудовлетворительное состояние воздушного бассейна (приземный озон, аэрозоли с активными химическими соединениями), постоянное присутствие в атмосфере бензапирена, по уровню в десятки раз превышающего нормы ПДК, – вот основные составляющие источники загрязнения, которые провоцируют развитие злокачественных опухолей. Проводившиеся ранее разработки природного сырья осуществлялись без соблюдения природоохранных мероприятий, и последствия этого на современном этапе проявляются в виде отрицательных последствий для здоровья человека.

## Обсуждение

Онкологическая заболеваемость растёт в большинстве регионов мира, не составляет исключение и Бурятия. При анализе онкозаболеваемости населения Бурятии за 20-летний период исследования наблюдался рост частоты злокачественных новообразований от  $195,0 \pm 18,0^{0/0000}$  (1996–2000 гг.) до  $219,2 \pm 12,0^{0/0000}$  (2011–2015 гг.). Темп прироста заболеваемости составил 12,4% при среднегодовом межпятилеточном темпе прироста 0,6%. При этом следует отметить, что разница в онкозаболеваемости между первой и четвертой пятилетками статистически не достоверна ( $p > 0,05$ ), тогда как в третьей пятилетке (2006–2010 гг.) произошел статистически значимый рост заболеваемости в республике до  $247,7 \pm 13,7^{0/0000}$  ( $p < 0,05$ ) с последующим его снижением в 2011–2015 гг.

Сравнение заболеваемости за 2001–2015 гг. в республике ( $235,1 \pm 18,9^{0/0000}$ ) с показателями по Российской Федерации ( $230,3 \pm 23,5^{0/0000}$ ) и Сибир-

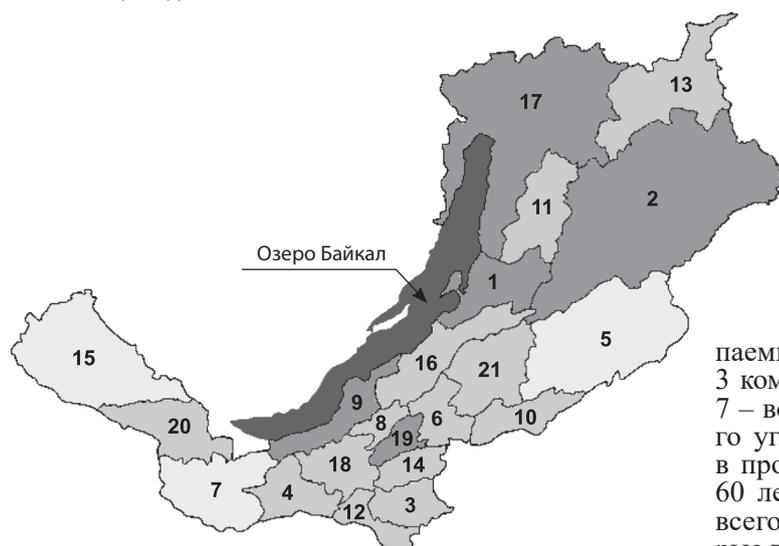
скому федеральному округу ( $239,8 \pm 19,7^{0/0000}$ ) показало незначительные различия, статистически недостоверные ( $p > 0,05$ ), тогда как заболеваемость в г. Улан-Удэ за этот период ( $267,8 \pm 33,7^{0/0000}$ ) статистически значимо выше, чем в целом по республике ( $p < 0,05$ ).

Анализ заболеваемости по муниципальным районам с 1996–2000 по 2011–2015 гг. показал динамику этого процесса. За весь период наблюдения лидером по онкозаболеваемости оказался Баунтовский район, где заболеваемость была самой высокой и в I ( $277,0 \pm 20,6^{0/0000}$ ), и в IV ( $382,9 \pm 49,0^{0/0000}$ ) периодах (см. рис. 1). Исключение составил II период, когда Баунтовский район по заболеваемости ( $298,9 \pm 25,0^{0/0000}$ ) уступил лидерство Прибайкальскому району ( $301,5 \pm 12,6^{0/0000}$ ).

Стабильно высокая заболеваемость отмечена в Кабанском ( $229,3 \pm 21,9$  и  $305,0 \pm 20,0^{0/0000}$ ), Прибайкальском ( $225,5 \pm 12,8$  и  $290,4 \pm 26,5^{0/0000}$ ), Заиграевском ( $236,0 \pm 18,0$  и  $275,9 \pm 14,1^{0/0000}$ ) районах. Стабильно низкая заболеваемость – в Еравнинском ( $179,0 \pm 11,0$  и  $188,4 \pm 22,1^{0/0000}$ ), Закаменском ( $123,13 \pm 11,1$  и  $176,8 \pm 9,0^{0/0000}$ ), Окинском ( $105,4 \pm 16,6$  и  $155,0 \pm 36,4^{0/0000}$ ) районах. В 2,3 раза увеличился этот показатель в Муйском районе ( $90,0 \pm 17,4$  и  $208,3 \pm 22,7^{0/0000}$ , где наблюдался самый высокий темп прироста заболеваемости – 131,4% при среднегодовом межпятилеточном темпе 4,5%), который в I периоде имел самую низкую заболеваемость в республике, и в 2 раза в Тункинском ( $108,9 \pm 5,2$  и  $224,0 \pm 19,3^{0/0000}$ ), а также в Хоринском, Тарбагатайском и Северобайкальском районах. В остальных районах повышение онкозаболеваемости было сравнительно невысоким и происходило с различной интенсивностью. Сложившаяся за последнюю пятилетку в Бурятии онкопатологическая ситуация отражена на рис. 2.

Сравнительно высокая онкозаболеваемость наблюдается в северных районах, к югу стандартизованные показатели снижаются.

Можно предположить, что значительный прирост заболеваемости на территории Муйского и Северо-



№	Муниципальный район	Стандартный показатель, ‰/0000
1	Баргузинский	304,8 ± 17,7
2	Баунтовский	382,9 ± 49,0
3	Бичурский	281,5 ± 13,9
4	Джидинский	214,0 ± 15,7
5	Еравнинский	188,4 ± 22,1
6	Заиграевский	275,9 ± 14,1
7	Закаменский	176,8 ± 9,0
8	Иволгинский	213,0 ± 22,4
9	Кабанский	305,0 ± 20,0
10	Кижингинский	250,9 ± 32,4
11	Курумканский	258,1 ± 10,9
12	Кяхтинский	244,8 ± 7,3
13	Муйский	208,3 ± 24,7
14	Мухоршибирский	270,1 ± 25,5
15	Окинский	155,0 ± 36,4
16	Прибайкальский	290,4 ± 26,5
17	Северобайкальский	300,8 ± 25,6
18	Селенгинский	270,1 ± 10,4
19	Тарбагатайский	316,0 ± 26,6
20	Тункинский	224,0 ± 19,3
21	Хоринский	278,4 ± 16,7

Рис. 2. Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения муниципальных районов Республики Бурятия (2011–2015 гг.)

байкальского районов обусловлен отдалёнными последствиями воздействия промышленных разработок полиметаллов и урановых руд, а Тункинского – радиационного излучения многочисленных радоновых источников.

Из итогов мониторинга следует, что на протяжении двадцати лет, начиная с 1996 г., на территории Бурятии появилась устойчивая тенденция роста заболеваемости населения ЗНО, свидетельствующая о том, что сложившаяся ситуация – не простая случайность, а реальная закономерность, существующая в природе. Авторы полагают, что на генетические предпосылки человека «накладываются» региональные природные аномалии, которые значительно усиливают степень проявления этой патологии. Наряду с радиацией и металлами-канцерогенами авторы

занились поиском дополнительных экологических факторов, провоцирующих опасную тенденцию в заболеваемости человека, а также рост уровня загрязнений в воздушном бассейне региона.

Аномальность природных условий связана с расположением горной Бурятии в Центрально-Азиатском складчатом поясе на стыке разлома геосферных плит. Вследствие этого здесь отмечается более 700 различных по генезису месторождений полезных ископаемых: 247 – золота (228 россыпных, 16 рудных и 3 комплексных), 9 – флюоритов, 5 – полиметаллов, 7 – вольфрама и молибдена, 14 – бурого и каменного угля и многих других. Активное вовлечение их в промышленное производство, произошедшее 50–60 лет назад, привело к необратимым изменениям всего природно-территориального комплекса, которые внесли дисбаланс в природную среду, загрязнив почвенный покров, воздушный и водный бассейны, провоцируют разные патологии у населения. Большой объём загрязнений переносится на территорию республики господствующими ветрами северо-западного направления от функционирующих в соседней Иркутской области алюминиевого завода в г. Шелехово и Международного центра по обогащению урана в г. Ангарске.

Бурятия – это зона изверженных кристаллических пород, которые выходят на поверхность и занимают едва ли не 50% площади всей республики. Обилие и разнообразие горных пород, их различное контактовое воздействие друг на друга, связанное с интрузиями, гидротермальная деятельность обусловили образование многочисленных рудопроявлений. Геологическими исследованиями выявлено 22 урановых месторождения, 180 рудопроявлений, 8864 радиоактивные аномалии и более 400 радоновых минеральных источников, в которых концентрации естественных радионуклидов многократно превышают предельно допустимые [16]. Следует отметить, что на площади 350 тысяч км<sup>2</sup>, которую занимает республика Бурятия, очень много радиоактивных рудопроявлений. Поэтому она относится к зоне, постоянно подвергающейся воздействию альфа-частиц, испускаемых в процессе природного деления урана, в продуктах распада которого присутствуют (наряду с радоном) изотопы свинца и многих других радиоактивных элементов. Очевидно, имеет место эмиссия этих радионуклидов в атмосферный воздух в связи с широким развитием зон тектонического разлома и трещиноватости земной коры. Нами ранее приведены данные об аномальных концентрациях радона, превышающих ПДК в 2–100 раз, в подвальных помещениях Кабанского, Селенгинского, Бичурского районов и г. Улан-Удэ, локальные загрязнения отслеживались в Баунтовском, Кабанском, Прибайкальском, Тарбагатайском и Заиграевском районах [16]. Подверженность населения радиации отмечают не только от присутствия на территории мощных залежей урановых и полиметаллических руд [22, 28–31], но и от последствий радиационного воздействия ядерных взрывов в Семипалатинске.

Риск вредного воздействия загрязнений на население региона в наибольшей степени связан и с приземным слоем атмосферного воздуха, очень характерным для замкнутых котловин горной Буря-

тии, которых насчитывается около 100 (все районы расположены в котловинах между гор). Известно, что в условиях сибирского антициклона характерно формирование мощных приземных инверсий, определяющих сильное загрязнение воздуха низкими выбросами, это служит основанием для распределения неблагоприятных примесей в зоне жизнедеятельности населения. Большинство превращений элементов, газов и других веществ связано с их окислением, которое зависит от количества поступающей солнечной радиации. Солнечных дней в году в Бурятии много – около 300. Известно, что под влиянием ультрафиолетовой радиации реакционно-способные углеводороды вступают в реакции с образованием свободных радикалов, других фотооксидантов, обладающих более высокой токсичностью, чем вступившие в реакцию исходные вещества [32].

Анализ экологических исследований за последние годы обнаружил довольно интересные факты о загрязнении в сфере воздушного бассейна региона. В настоящее время большое внимание уделяется проблемам приземного озона вследствие его высокой токсичности для человека. Всемирная организация здравоохранения внесла приземный озон в список пяти основных загрязнителей, подлежащих постоянному контролю на биосферных станциях и в фоновых районах [33]. По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата – МГЭИК [34], тропосферный озон считается третьим, самым мощным парниковым газом в атмосфере после диоксида углерода и метана. Озон относится к 1 классу опасности, в больших концентрациях он является сильнодействующим ядом, имеет продолжительное время жизни в атмосфере (от нескольких дней до нескольких месяцев). Длительное время считалось, что концентрация  $O_3$  в нижней атмосфере невысока, поэтому его контроль осуществлялся на небольшом количестве станций. На современном этапе, когда опасность увеличения его содержания в тропосфере стала очевидной, сеть пунктов наблюдений во всем мире стала стремительно расти. Начиная с 2002 г. в г. Улан-Удэ организованы регулярные наблюдения за содержанием приземного озона. В результате 13-летних экспериментов Г.С. Жамсуева и соавт. отмечают с 2009 г. рост концентрации озона, превышающий значения его ПДК ( $30 \text{ мкг/м}^3$ ), что авторы объясняют неуклонным ростом объемов выбросов автотранспорта [24]. По их данным, средняя концентрация озона за весенний период в 2000–2011 гг. в г. Улан-Удэ составила  $46,7 \text{ мкг/м}^3$ , за летний –  $48,98 \text{ мкг/м}^3$ , а диапазон его изменений составил  $29\text{--}71 \text{ мкг/м}^3$ ; в пос. Горячинск (Прибайкальский р-н) –  $104\text{--}125 \text{ мкг/м}^3$ ; в п. Боярск (Кабанский р-н) –  $67\text{--}120 \text{ мкг/м}^3$ . Как раз на этих территориях отмечается высокая онкозаболеваемость, и в результате поиска зависимости между ней и содержанием озона обнаружена корреляционная связь ( $r = 0,96$ ), что доказывает присутствие загрязнения воздуха.

Эти же авторы при изучении замутнения атмосферы в виде аэрозольной оптической толщи (АОТ) выявили пространственные неоднородности её прозрачности внутри региона, обусловленные разной удалённостью от промышленных предприятий и особенностями подстилающей поверхности [25]. В результате четырёхлетних наблюдений (2006–2009 гг.) ими обнаружено, что в отличие от большин-

ства станций, находящихся на территории Сибири, характерным для г. Улан-Удэ является высокое аэрозольное замутнение атмосферы, особенно в зимний период. Из данных, полученных авторами, следует, что измерения в области спектра  $0,35\text{--}1,06 \text{ мкм}$  на 10 длинах волн (при количестве определений, где  $n = 377\text{--}87\ 527$ ) с погрешностью определения АОТ  $0,01$  найдено её максимальное значение в г. Улан-Удэ ( $t_{05} = 0,13$ ) ( $t_{05}$  – спектральная зависимость) вследствие более высокого антропогенного воздействия на атмосферу, превышающего в среднем на 26% значения, полученные для этого периода на ст. Торы (Тункинский р-н) ( $t_{05} = 0,10$ ). В последнем случае сказывается удалённость места от промышленных выбросов. Средние значения АОТ на восточном побережье оз. Байкал (ст. Боярск Кабанского района) составляют  $0,11$  ( $t_{05}$ ), тогда как на высокогорной ст. Монды (2000 м над уровнем моря) Тункинского района, как и следовало ожидать, замутнение атмосферы минимальное –  $0,05\text{--}0,008$  (рис. 3). Показатели ст. Боярск нельзя в полной мере считать фоновыми для региона, так как её территория подвержена косвенному воздействию ряда близлежащих экологически неблагополучных центров (г. Бабушкин, пос. Каменск, пос. Селенгинск и др.). Наша попытка выявить присутствие какой-нибудь связи между спектральной зависимостью АОТ и частотой онкозаболеваемости населения этих районов показала, что между ними может присутствовать корреляция ( $r = 0,73$ ). Эти экспериментальные многолетние данные свидетельствуют о том, что загрязнение атмосферного воздуха имеет место как в г. Улан-Удэ, так и на территориях Кабанского и Прибайкальского районов, где частота ЗНО у населения во все периоды анализа была высокой, а тогда как в фоновом Тункинском районе – низкой.

Мониторинг атмосферы и атмосферных выпадений в 2000–2008 гг. выполнен на трёх станциях Байкальского региона: Иркутск – станция, характеризующая урбанизированные условия; Листвянка – сельские условия и Монды – фоновые условия; для сравнения взяты ст. Приморская в Приморском крае, а также ст. Сайншанд в пустыне Гоби, Монго-

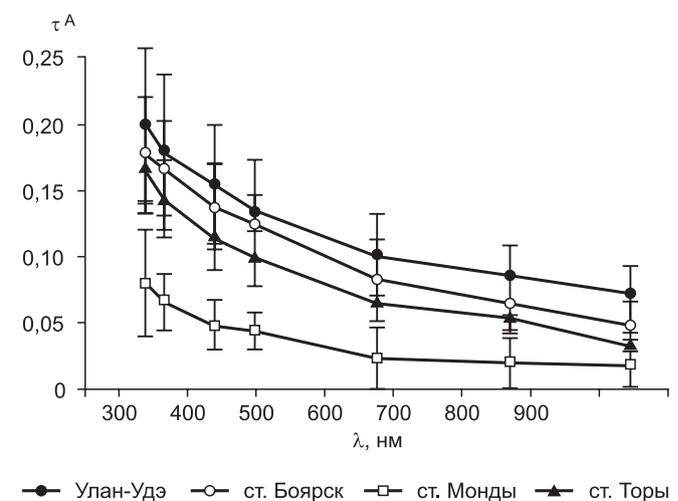


Рис. 3. Средние спектральные зависимости АОТ на станциях Байкальского региона за летние месяцы 2005–2009 гг. [25]

лия; в гг. Улан-Батор, Сухэ-Батор и Барун-Урт определён химический состав аэрозолей [26], в растворимой части которых найдены 10 ионов:  $H^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $K^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $NH_4^+$ ,  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ . Среди них преобладают анионы  $SO_4^{2-}$  и  $HCO_3^-$ ; среднегеометрические величины их концентраций составляют соответственно: 0,39–3,10; 0,16–2,15  $мкг/м^3$ . Авторы отмечают, что абсолютные их величины достаточно близки, за исключением фоновой ст. Монды (Тункинский район), где показатели примерно в 4,5 раза меньше. В атмосфере станций Байкальского региона наиболее высокие среднегодовые значения суммы ионов в растворимой фракции аэрозолей отмечены авторами в 2000–2004 гг. Они достигали 9,4  $мкг/м^3$  в Иркутске, 6,7  $мкг/м^3$  в Листвянке и 2,3  $мкг/м^3$  на ст. Монды. Наибольший вклад в рост этого показателя внесли ионы  $NH_4^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $SO_4^{2-}$ . Все приведённые цифры свидетельствуют о существенном привносе химических загрязнителей в воздушную массу с аэрозолями. Показано, что последовательность в распределении 10 ионов по концентрациям в аэрозолях, включая и высокогорье, практически одинакова. Таким образом, в регионе имеет место аэрозольное химическое загрязнение.

Оценка уровней загрязнения атмосферного воздуха в Бурятии выполняется на основе данных регулярных наблюдений на 7 стационарных станциях сети мониторинга Бурятского ЦГМС. Например, в 2015 г. суммарные выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) от стационарных источников составили 108,52 тыс. тонн, из которых на г. Улан-Удэ приходится 27,9 тыс. тонн, по степени загрязнения воздуха он постоянно входит в десятку самых загрязнённых городов России. Основным загрязнителем является бензапирен, который достигает 7–10 ПДК в г. Улан-Удэ и 6 ПДК в Селенгинске (Кабанский район), что обусловлено значительным количеством выбросов в атмосферу от автопарка, который использует этилированный бензин. Во всех контролируемых городах максимальные концентрации двух и более ЗВ превышали уровень ПДК: в Улан-Удэ – в 9 раз, в Селенгинске – в 7 раз, в Гусиноозерске (Селенгинский район) – в 5 раз, Кяхте (Кяхтинский район) – в 2 раза. Среднегодовые концентрации одной или нескольких примесей превышают 1 ПДК в 4 городах: в г. Улан-Удэ таких примесей пять, в Селенгинске – три, в Кяхте и Гусиноозерске – одна [35]. Краткие цифры по состоянию атмосферного воздуха свидетельствуют о загрязнении среды обитания человека.

Очень вкратце приведём данные об экологической ситуации, складывающейся на территории районов с высокой встречаемостью ЗНО. *Баунтовский район* – это горнодобывающий регион, где добывают уран, золото, полиметаллы, в особенности выделяется предприятие по отработке урана способом подземного выщелачивания – ОАО «Хиагда», относящееся ко 2 категории объектов по потенциальной радиационной опасности. Население этого района в сильной степени подвержено злокачественной патологии.

На втором месте по подверженности этому недугу значится население *Тарбагатайского района*, территория которого расположена в непосредственной близости от г. Улан-Удэ. С подветренной стороны от него расположен полигон твёрдых бытовых отходов, а также Тугнуйский угольный разрез (Мухоршибир-

ский район). Здесь разрабатываются молибденовые месторождения. Население этого района в два последних периода характеризуется стабильно высокими показателями заболеваемости:  $312,9 \pm 17,3$  и  $316,0 \pm 26,6$  чел. на 100 тыс. населения. Темп прироста заболеваемости составил 1,0% при среднегодовом межпятилеточном темпе 0,1%.

В *Кабанском* промышленном узле сосредоточены Селенгинский целлюлозно-картонный комбинат, Темлюйский цементный и Каменский шиферный заводы, и эти предприятия вместе с соседствующим Байкальским целлюлозно-бумажным комбинатом вносят основную лепту в загрязнение территории района. Поселок Селенгинск Кабанского района ежегодно входит в список территорий Российской Федерации с наиболее высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Индивидуальный канцерогенный риск при воздействии химических веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, составил  $9,7 \times 10^{-5}$  и оценивается как «предельно допустимый риск», который определяется содержанием в воздухе формальдегида. По данным последних двух периодов, уровень заболеваемости в районе также был высоким:  $282,1 \pm 17,3$  и  $305,0 \pm 20,0$  чел. на 100 тыс. населения. Темп прироста заболеваемости составил 8,1% при среднегодовом межпятилеточном темпе 0,9%.

В *Прибайкальском* районе добывается кварцитовое сырьё для высококачественного стекла оптики электронных приборов и солнечных батарей. Это самый обыкновенный кварц, известный как диоксид кремния, который при попадании в организм человека вступает в реакцию с самыми различными веществами, способствуя возникновению онкологических заболеваний. Приземный озон превышает уровень ПДК. Заболеваемость здесь по двум периодам составила:  $252,5 \pm 10,1$  и  $290,4 \pm 26,5$  чел. на 100 тыс. населения. Темп прироста заболеваемости составил 15% при среднегодовом межпятилеточном темпе 1,6%.

Основным источником загрязнения в г. *Улан-Удэ* являются его промышленный узел с топливно-энергетическим комплексом (2 ТЭЦ) и автотранспорт, выбросы которых увеличивают концентрацию бензапирена в атмосферном воздухе до 10–24 ПДК. Г. Улан-Удэ входит в десятку самых загрязнённых городов России [35]. Вследствие горного рельефа и котловинного эффекта самоочищение атмосферы происходит слабо. Заболеваемость населения ЗНО в г. Улан-Удэ по данным за 2006–2010 гг. составила  $273,9 \pm 7,3$ ; по данным за 2011–2015 гг. –  $230,4 \pm 18,0$  человек на 100 тыс. населения, что свидетельствует о снижении показателей заболеваемости за этот период. Темп убыли заболеваемости составил -15,9% при среднегодовом межпятилеточном темпе -1,9%.

## Заключение

Таким образом, мы считаем, что приведённый в работе регион следует включить в целевую Федеральную программу «Онкология в Байкальском регионе» с целью выявления причин повышения заболеваемости для проведения превентивных мер по профилактике онкологических заболеваний, так как люди за Байкалом проживают в среде, небезопасной для здоровья. Следует отметить также, что наряду с экстремальными природно-экологическими усло-

виями региона, провоцирующими развитие ЗНО у населения на территории Бурятии, запаздывает проведение скрининговых исследований по превентивным мерам профилактики онкозаболеваемости.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. World Health Organization. Global Health Observatory. Data Repository. *Mortality and global health estimates 2012*. URL: apps.who.int/gho/data. (24.08.2014).
2. Butel J.S., Fan H. The diversity of human cancer viruses. *Curr. Opin. Virol.* 2012; 2(4): 449–52. doi: 10.1016/j.coviro.2012.07.002.
3. De Martel C., Ferlay J., Franceschi S., Vignat J., Bray F, Forman D., Plummer M. Global burden of cancers attributable to infections in 2008: a review and synthetic analysis. *Lancet Oncol.* 2012; 13(6): 607–15. doi: 10.1016/S1470-2045(12)70137-7.
4. Chang M.H, Jeang K.T. (eds.). *Viruses and Human Cancer: From Basic Science to Clinical Prevention*. Springer; 2014. doi: 10.1007/978-3-642-38965-8.
5. Flora G., Gupta D., Tiwari A. *Toxicity of lead: A review with recent updates*. *Interdiscip Toxicol.* 2012; 5(2): 47–58.
6. Howe G.M. (ed.) *Global geocancerology*. Edinburg: Churchill Livingstone; 2006.
7. Абдихакимов А.Н., Ниязмятов Б.Б., Мадаминов А.Ю., Даниярова С.С., Алиджанов Х.Ф. Заболеваемость злокачественными новообразованиями и экологическая ситуация в некоторых регионах республики Узбекистан. *Экология человека*. 2012; 2: 32–9.
8. Архипова О.Е., Черногубова Е.А., Тарасов В.А., Лихтанская Н.В., Кит О.И., Еремеева А.А., Матишов Д.Г. Уровень онкологических заболеваний как индикатор медико-экологической безопасности территорий (на примере Ростовской области). *Вестник Южного Научного Центра*. 2013; 9(3): 7–14.
9. Карпенко Е.И., Спиридонов С.И., Санжарова Н.И. Оценка доз облучения населения и природных объектов на территории, прилегающей к предприятию по добыче и переработке урановых руд. *Радиация и риск*. 2012; 21(2): 46–53.
10. Литвинов, Н.Н. Новые подходы к профилактике онкологической заболеваемости, связанной с химическими факторами окружающей среды. *Медицина труда и промышленная экология*. 2004; 8: 1–5.
11. Явербаум П.М. *Общие вопросы токсического действия свинца*. Иркутск; 2006.
12. Болотин Е.И., Лубова В.А. Некоторые особенности распространения онкологической заболеваемости населения Российского Дальнего Востока. *Экология человека*. 2012; 7: 50–4.
13. Башарова Г.А., Карамова Л.М. Диоксины и здоровье. *Медицина труда и экология человека*. 2015; 4: 58–64.
14. Петров С.Б., Онучина Е.Н., Петров Б.А. Эколого-эпидемиологическое исследование влияния атмосферных выбросов городского промышленно-энергетического комплекса на здоровье населения. *Экология человека*. 2012; (3): 11–15.
15. Писарева Л.Ф., Бояркина А.П., Каюкова Е.В., Каюкова Т.В. Особенности заболеваемости раком шейки матки населения Читинской области. *Сибирский онкологический журнал*. 2010; 6: 42–7.
16. Чимитдоржиева Т.Н., Кременецкий И.Г. Экологическая ситуация и заболеваемость населения злокачественными опухолями республики Бурятия. *Российский онкологический журнал*. 2008; 2: 36–7.
17. Чимитдоржиева Т.Н. Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения республики Бурятия. *Российский онкологический журнал*. 2013; 2: 42–6.
18. Чимитдоржиева Г.Д., Чимитдоржиева Т.Н., Цыбенков Ю.Б., Валова Е.Э. Экологическая ситуация на территории г. Улан-Удэ и анализ заболеваемости его населения злокачественными новообразованиями. *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 2015; 2: 165–84.
19. Землянова М.А., Тарантин А.В. Нарушения белкового профиля человека в условиях воздействия тяжелых металлов. *Экология человека*. 2012; 7: 7–14.
20. Минина В.И. Комплексный анализ мутагенных и канцерогенных эффектов загрязнения окружающей среды в популяциях человека. *Экология человека*. 2011; 3: 21–9.
21. Abdullahi M.S. Toxic effects of lead in humans: an overview. *Global Advanced Research Journal of Environmental Science and Toxicology*. 2013. 2(6): 157–62.
22. Медведев В.И., Коршунов Л.Г., Черняго Б.П. Радиационное воздействие Семипалатинского ядерного полигона на Южную Сибирь (Опыт многолетних исследований по Восточной и Средней Сибири и сопоставление результатов с материалами по Западной Сибири). *Сибирский онкологический журнал*. 2005; 6: 1055–71.
23. *Заболеваемость населения республики Бурятия (статистические материалы). 1987–2015 гг. Улан-Удэ: Минздрав РБ*.
24. Жамсуева Г.С., Заяханов А.С., Цыдыпов В.В., Бальжанов Т.С. Изменчивость приземного озона в г. Улан-Удэ: результаты многолетних наблюдений. *Вестник Бурятского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук*. 2014; 4: 282–92.
25. Заяханов А.С., Жамсуева Г.С., Нагуслаев С.А., Цыдыпов В.В., Сакерин С.М., Кабанов Д.М. Тащилин М.А.. Результаты исследований аэрозольной оптической толщи атмосферы в Байкальском регионе. *Оптика атмосферы и океана*. 2010; 23(6): 466–70.
26. Павлов В.Е., Голобкова Л.П., Жамсуева Г.С., Заяханов А.С., Филиппова У.Г., Хвостов И.В., Ходжер Т.В. Корреляционные соотношения между концентрациями ряда ионов в растворимых фракциях аэрозолей на Азиатском континенте. *Оптика атмосферы и океана*. 2011; 24(6): 483–7.
27. Петрова Г.В., Грецова О.П., Старинский В.В., Харченко Н.В., Мерабишвили В.М., ред. Характеристика и методы расчета статистических показателей, применяемых в онкологии: практическое пособие. М.: ФГУ МНИОИ им. П.А. Герцена Росздрава; 2005.
28. Елтошкина Н.В., Кременецкий И.Г. Экологическая ситуация района рудника «Ирокинда». В кн. «Районы Бурятии в фокусе экологических проблем Байкальского региона». *Материалы научно-практической конференции*. Улан-Удэ: Изд-во БГУ; 1999: 48–50.
29. Кременецкий И.Г., Леонов Е.Г., Медведев В.И., Мясников А.А. Радиоэкология Байкальского региона. В кн. «Во глубине сибирских руд». *Материалы 3 межрегион. научно-пр. конф., посвященной 300-летию учреждения в России приказа рудокопных дел*. Улан-Удэ: Изд-во БГУ; 2000: 193–205.
30. Медведев В.И., Мясников А.А., Коршунов Л.Г. Радиационная обстановка региона озера Байкал. В кн. «Районы Бурятии в фокусе экологических проблем Байкальского региона». *Материалы научно-практической конференции*. Улан-Удэ: Изд-во БГУ; 1999: 62–5.
31. Непомнящих А.И., Черняго Б.П., Медведев В.И., Коршунов Л.Г., Сухоруков Ф.В., Осипова Л.П., Матороа Л.А., Колесникова Л.И., Сосницкая С.В., Коваль П.В. Об отдаленных последствиях радиоактивных выбросов и выпадений в Иркутской области и Усть-Ордынском Округе. В кн. «Материалы 11 Межд. конф. (18-22 октября 2004г)». Томск; 2004: 436–9.
32. Прохоров Б.Б., Ряченко С.В. *Медицинская география Сибири*. Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы; 2012.
33. WMO, 1999. World Meteorological Organization. *Scientific assessment of ozone depletion: 1998, in global ozone research and monitoring project report*. Rep. 44. Geneva.
34. МГЭИК. Четвертый доклад об оценке Межправительствен-

ной группы экспертов по изменению климата. В кн. «Обобщающий доклад: МГЭИК». Женева; 2007.

35. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия в 2015 году. Улан-Удэ: Бур. кн. изд-во; 2016.

## REFERENCES

1. World Health Organization. Global Health Observatory. Data Repository. *Mortality and Global Health Estimates 2012*. URL: apps.who.int/gho/data. (24.08.2014).
2. Butel J.S., Fan H. The diversity of human cancer viruses. *Curr. Opin. Virol.* 2012; 2(4): 449–52. doi: 10.1016/j.coviro.2012.07.002.
3. De Martel C., Ferlay J., Franceschi S., Vignat J., Bray F., Forman D., Plummer M. Global burden of cancers attributable to infections in 2008: a review and synthetic analysis. *Lancet Oncol.* 2012; 13 (6): 607–15. doi: 10.1016/S1470-2045(12)70137-7.
4. Chang M.H., Jeang K.T. (eds.). *Viruses and Human Cancer: From Basic Science to Clinical Prevention*. Springer; 2014. doi: 10.1007/978-3-642-38965-8.
5. Flora G., Gupta D., Tiwari A. Toxicity of lead: A review with recent updates. *Interdiscip Toxicol.* 2012; 5(2): 47–58.
6. Howe G.M. (ed.) *Global geocancerology*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2006.
7. Abdikhakimov A.N., Niyazmyatov B.B., Madaminov A.Yu., Daniyarova S.S., Alidzhanov H.F. Morbidity of malignant neoplasms and the ecological situation in some regions of the Republic of Uzbekistan. *Ekologiya cheloveka.* 2012; (2): 32–9. (in Russian)
8. Arkhipova O.E., Chernogubova E.A., Tarasov V.A., Likhtanskaya N.V., Kit O.I., Eremeeva A.A., Matishov D.G. The level of oncological diseases as an indicator of medical and ecological safety of territories (on the example of the Rostov region). *Bulletin of the Southern Scientific Center.* 2013; 9(3): 7–14. (in Russian)
9. Karpenko, E.I., Spiridonov S.I., Sanzharova N.I. Assessment of exposure doses to the population and natural sites in the territory adjacent to the uranium ore mining and processing enterprise. *Radiatsiya i risk.* 2012; 21(2): 46–53. (in Russian)
10. Litvinov N.N. New approaches to the prevention of cancer morbidity associated with chemical environmental factors. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya.* 2004; (8): 1–5. (in Russian)
11. Yaverbaum P.M. *General issues of toxic effects of lead*. Irkutsk; 2006. (in Russian)
12. Bolotin, E.I., Lubova V.A. Some features of the spread of cancer morbidity in the Russian Far East. *Ekologiya cheloveka.* 2012; (7): 50–4. (in Russian)
13. Basharova G.A., Karamova L.M. Dioxins and zdorove. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka.* 2015; (4): 58–64. (in Russian)
14. Petrov S.B., Onuchina E.N., Petrov B.A. Ecological and epidemiological study of the impact of atmospheric emissions of urban industrial and energy complex on public health. *Ekologiya cheloveka.* 2012; (3): 11–15. (in Russian)
15. Pisareva L.F., Boyarkina A.P., Kayukova E.V., Kayukova T.V. Features of the incidence of cervical cancer in the Chita Region. *Sibirskiy onkologicheskiy zhurnal.* 2010; (6): 42–7. (in Russian)
16. Chimitdorzhieva T.N., Kremenetsky I.G. The ecological situation and incidence of malignant tumors in the Republic of Buryatia. *The Russian oncological journal.* 2008; (2): 36–8. (in Russian)
17. Chimitdorzhieva T.N. Morbidity of malignant neoplasms of the population of the Republic of Buryatia. *Rossiyskiy onkologicheskiy zhurnal.* 2013. (2): 42–6. (in Russian)
18. Chimitdorzhieva G.D., Chimitdorzhieva T.N., Tsybenov Yu.B., Valova E.E. The ecological situation in the territory of Ulan – Ude and the analysis of the incidence of its population with malignant neoplasms. *Vestnik Tomskogo gosuniversiteta. Biologiya.* 2015; (2): 165–84. (in Russian)
19. Zemlyanova M.A., Tarantin A.V. Violations of the protein profile of a person under the influence of heavy metals. *Ekologiya cheloveka.* 2012. (7): 1–8. (in Russian)
20. Minina V.I. Complex analysis of mutagenic and carcinogenic effects of environmental pollution in human populations. *Ecology of man.* 2011; (3): 21–9. (in Russian)
21. Abdullahi M.S. Toxic effects of lead in humans: an overview. *Global Advanced Research Journal of Environmental Science and Toxicology.* 2013; 2(6): 157–62.
22. Medvedev V.I., Korshunov L.G., Cherniako B.P. Radiation impact of the Semipalatinsk nuclear test site on Southern Siberia (Experience of many years of research in Eastern and Central Siberia and comparison of results with materials in Western Siberia). *Sibirskiy onkologicheskiy zhurnal.* 2005; (6): 1055–71. (in Russian)
23. *Morbidity of the population of the Republic of Buryatia (statistical materials)*. 1987–2015. Ulan-Ude: Ministry of Health of the Republic of Buryatia. (in Russian)
24. Zhamsueva G.S., Zayakhanov A.S., Tsydyypov V.V., Balzhanov T.S. Variability of ground-level ozone in Ulan-Ude: results of long-term observations. *Vestnik Buryatskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk.* 2014; (4): 282–92. (in Russian)
25. Zayakhanov A.S., Zhamsueva G.S., Naguslaev S.A., Tsydyypov V.V., Sakerin S.M., Kabanov D.M., Tashchilin M.A. Results of studies of the aerosol optical thickness of the atmosphere in the Baikal region. *Optika atmosfery i okeana.* 2010; 23(6): 466–70 (in Russian)
26. Pavlov V.E., Golobkova L.P., Zhamsueva G.S., Zayakhanov A.S., Filippova U.G., Khvostov I.V., Khodzher T.V. Correlation relations between the concentrations of a number of ions in soluble aerosol fractions in the Asiatic continent. *Optika atmosfery i okeana.* 2011; 24 (6): 483–7. (in Russian)
27. Petrova D.V., Grestova O.P., Starinsky V.V., Kharchenko N.V., Merabishvili V.M. (eds.). The characteristic and methods of calculation of statistics applied in oncology :the practical grant. Moscow: P.A. Hecen. Moscow Oncology Research Institute, Ministry of the Russian Federation. 2005. (in Russian)
28. Eltoshkina N.V., Kremenetsky I.G. The ecological situation of the area of the mine «Irokinda». In the book. «Regions of Buryatia in the focus of ecological problems of the Baikal region». *Materials of scientific-pr. conference on April 27-28, 1999 Ulan-Ude:* ed. Buryat State University. 1999: 48–50. (in Russian)
29. Kremenetsky I.G., Leonov E.G., Medvedev V.I., Myasnikov A.A. Radiological ecology of the Baikal region. In the book. «In the depths of Siberian ores.» *Materials 3 mezhregion. scientific-pr. Conf., dedicated to the 300th anniversary of the establishment in Russia of an order of ore-digging matters.* Ulan-Ude: publisher of the Buryat State University. 2000: 193–205. (in Russian)
30. Medvedev V.I., Myasnikov A.A., Korshunov L.G. Radiation situation in the Lake Baikal region. In the book. «Regions of Buryatia in the focus of ecological problems of the Baikal region». *Mat. scientific and practical conference. (April 27-28, 1999).* Ulan-Ude: Buryat State University; 1999: 62–65. (in Russian)
31. Nepomnyashchikh A.I., Cherniako B.P., Medvedev V.I. and others. On the long-term consequences of radioactive emissions and fallout in the Irkutsk region and the Ust-Orda District. In the book. «Materials 11 Int. Conf. (October 18-22, 2004)». Tomsk. 2004: 436–439. (in Russian)
32. Prokhorov B.B., Ryaschenko S.V. *Medical geography of Siberia:* Irkutsk: Publishing house of the Institute of Geography. V.B. Sochava; 2012. (in Russian)
33. WMO, 1999. World Meteorological Organization. *Scientific assessment of ozone depletion: 1998, in global ozone research and monitoring project report.* Rep.44. Geneva.
34. The IPCC. Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In the book. «*Synthesis report: IPCC*». Geneva; Switzerland. 2007: 104: 15. (in Russian)
35. *State report on the state and protection of the environment of the Republic of Buryatia in 2015.* Ulan-Ude: Bur.kn. publishing house; 2016. (in Russian)