

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 612.223.3:616.2(571.63)

ЭКОГЕННЫЙ РИСК РАСПРОСТРАНЕНИЯ БОЛЕЗНЕЙ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Л.В.Веремчук, Т.А.Гвозденко

Владивостокский филиал Дальневосточного научного центра физиологии и патологии дыхания Сибирского отделения РАМН – НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения, 690105, г. Владивосток, ул. Русская, 73г

РЕЗЮМЕ

Климатические особенности Приморского края, при постоянно возрастающем уровне загрязнения воздушной среды, связанным с быстрорастущей автомобилизацией населения края, в последние годы вызвали быстрый рост распространения заболеваемости болезнями органов дыхания. Изучен экогенный риск распространения заболеваний органов дыхания в Приморском крае на основе комплексного исследования воздействия многофакторной природно-техногенной среды на здоровье человека в зависимости от возрастной категории населения. Изучение повозрастного экогенного риска имело этапный характер: на первом этапе определялся уровень *региональной экогенности* с выделением приоритетных модулей факторного воздействия; на втором этапе изучалась *индивидуальная специфика* действия наиболее значимых модулей; на третьем этапе определялись *совокупные внешние нагрузки*. *Региональный уровень экогенности* позволил оценить степень территориального различия в распространении заболеваний органов дыхания в различных возрастных группах населения. Было установлено, что главное патогенное действие на все группы населения оказывает климато-техногенная среда, где климат активно влияет на детей в возрасте до 1 года (52%), техногенное загрязнение – на детей старше 1 года (58%). *Индивидуальная специфика* внешнего воздействия определялась по степени различия в распространении заболеваний органов дыхания в условиях биозон. Анализ регрессионных зависимостей показал увеличение активности негативного действия климата на органы дыхания в зависимости от территориальной удаленности от моря и возраста населения. Влияние техногенного загрязнения воздуха показало слабое различие в распространении заболеваемости по биозонам. Расчет величины *климато-техногенных нагрузок* на органы дыхания позволил оценить совокупную нагрузку, формирующую уровень заболеваемости. В результате по величине климатических нагрузок наиболее уязвимыми оказались дети, взрослое население края показало достаточную адаптированность к дальневосточному климату. Величина

техногенных нагрузок зависела только от степени загрязнения, нагрузки в возрастных группах не менялись, что говорит о негативном действии загрязнения воздушной среды для всего населения края.

Ключевые слова: распространение заболеваний органов дыхания, влияние климатических факторов, техногенные нагрузки.

SUMMARY

ECOGENOUS RISK OF RESPIRATORY DISEASES PREVALENCE IN PRIMORSKY KRAI

L.V.Veremchuk, T.A.Gvozdenko

Vladivostok Branch of Far Eastern Scientific Center of Physiology and Pathology of Respiration of Siberian Branch RAMS – Research Institute of Medical Climatology and Rehabilitation Treatment, 73g Russkaya Str., Vladivostok, 690105, Russian Federation

Climatic features of Primorsky Krai at the increasing level of air pollution conditioned by fast-growing number of cars have led to the growth of respiratory diseases prevalence lately. The ecogenous risk of respiratory diseases prevalence in Primorsky Krai was studied on the basis of complex research of multi-factor natural and man-made environment influence on man's health depending on the age category of population. The study of aged ecogenous risk was of a stage character: at the first stage the level of *regional ecogenia* with distinguishing of priority modules of factor influence was identified; at the second stage *individual specifics* of the most important modules effect was studied; at the third stage *total outside load* was found. *Regional level of ecogenia* allowed to estimate the degree of territorial difference in respiratory diseases prevalence in different age groups of the population. It was found out that climate and man-made environment has the main pathogenic effect on all groups of population; the climate actively influences children of less than one year old (52%), man-made pollution affects children older than one year (58%). *Individual specifics* of outside load was found by the difference degree in the respiratory diseases prevalence within biozones. The analysis of regressive dependences showed the increase of climate negative influence activity on respiratory sys-

tem depending on territorial remoteness from the sea and population age. The man-made air pollution influence was almost of the same level within all the biozones. The calculation of the quantity of climate-man-made loads on respiratory system allowed to estimate the total load which forms the level of morbidity. As a result children turned out to be very vulnerable to climate loads whereas adults are quite adapted to Far-Eastern climate. The quantity of man-made loads depended only on the pollution degree, the loads in age groups did not change, which tells about air pollution negative influence on the whole population of the region.

Key words: respiratory diseases prevalence, climate factors influence, man-made loads.

Экогения в современном понимании представляет экологическую обусловленность формирования многих заболеваний. Изучение экогении охватывает комплексный процесс воздействия многофакторной природной, техногенной и социально-экономической среды, формирующей не только условия жизнедеятельности населения, но и условия развития многих заболеваний, в число которых входят болезни органов дыхания. Высокая распространенность легочной патологии среди населения разных возрастов связана с тем, что органы дыхания относятся к первичным защитным барьерам организма, патологические изменения которых под влиянием различных неблагоприятных факторов внешней среды развивались постепенно, на протяжении многих лет. В эколого-гигиенических исследованиях, посвященных вопросу формирования бронхолегочной патологии, в последние годы четко выделяется направление, указывающее на приоритетность действия воздушной среды.

Приморский край – регион России, где достаточно остро стоят проблемы природно-экологического характера. Муссонный климат Приморья [6] при постоянно возрастающем уровне загрязнения воздушной среды, связанным с быстрорастущей автомобилизацией населения края, в последние годы вызвал быстрый рост распространения заболеваемости органов дыхания.

Целью работы явилось определение повозрастного уровня экогенного риска распространения заболеваний органов дыхания в природно-экологических условиях Приморского края.

Материалы и методы исследования

Изучение экогении распространения заболеваний органов дыхания в Приморском крае предусматривает комплексную оценку влияния факторов внешней среды на популяционную заболеваемость всех возрастных групп населения. Изучение особенностей внешнего воздействия на человека проводилось на основе данных официальной медицинской статистики (форма 12) Департамента здравоохранения Приморского края и результатов регионального мониторинга по климатическим показателям и загрязнению внешней среды, представленных Приморским гидрометеорологическим институтом (1995-2010 гг) в 21 административном районе и 11 городах Приморского края. Отбор

внешних факторов проводился согласно следующим положениям: факторы среды действуют на органы дыхания непосредственно или косвенно; качественные и количественные характеристики факторов среды территориально-однородны и репрезентативны.

Изучение повозрастного экогенного риска имело этапный характер: на первом этапе определялся уровень региональной экогении с выделением приоритетных модулей факторного воздействия; на втором этапе изучалась индивидуальная специфика действия наиболее значимых модулей; на третьем этапе определялись комплексные внешние нагрузки.

Для определения уровня региональной экогении органов дыхания в качестве математического инструмента использовался информационно-энтропийный анализ, где в сложнейших стохастических системах «среды» и «человека» количественно оценивалась мера неопределенности во взаимоотношениях систем. Используя разницу *безусловной энтропии* $H(y)$ (энтропия в многолетних показателях заболеваемости) и *условной энтропии* $H(y/x)$ (энтропия вероятностной зависимости среднесноголетней заболеваемости (y) и среднесноголетними значениями факторов среды (x)), уточнялся диапазон полезной информации в экогенном риске $I(y/x)$ распространения заболеваний [8]. Для проведения исследований второго и третьего этапа применялся многомерный статистический анализ (*STATISTICA 8.0 – модуль «Discriminant Analysis»*), позволивший оценить региональную специфичность действия внешней среды на органы дыхания. Полученные в результате дискриминантного анализа регрессионно-классификационные зависимости позволили рассчитать региональные комплексные нагрузки, негативно действующие на органы дыхания населения Приморского края.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследования российских ученых во главе с Ю.П.Лисицыным [5] показали, что зависимость человека от окружающей среды в России находится в среднем диапазоне–22-25%. Тем не менее, авторы предположили, что в различных регионах страны уровень влияния среды на эколого-обусловленные заболевания неоднозначен. Именно региональные особенности природно-климатических, социально-экономических, техногенных и других условий среды обитания могут определить различный уровень распространения заболеваний органов дыхания в Приморском крае.

Проведенные расчеты по Приморскому краю показали, что степень совокупного влияния модульных компонентов окружающей среды на распространение заболеваний органов дыхания составляет от 28,2 до 58,1% (табл. 1).

Было установлено, что климатические условия наиболее активно влияют на детей до 1 года (52,2%), а техногенное загрязнение – на детей старше года (58,1%), следовательно, детское население края является главной мишенью патогенетического действия климато-техногенной среды (табл. 1). В результате, на первом

этапе исследования было установлено, что в Приморском крае влияние среды на органы дыхания человека приблизительно на 20% выше общероссийских норм,

причем по некоторым модульным группам факторов (климат и загрязнение) воздействие является приоритетным.

Таблица 1

Зависимость распространения заболеваемости органов дыхания в Приморском крае от факторов окружающей среды ($I(y/x)$, %)

Возрастные группы населения	Модульные группы факторов				
	растительность	климат	гидросфера	техногенное загрязнение	социально-экономическая обстановка
Дети до 1 года	34,5	52,2	43,6	48,1	33,5
Дети старше 1 года	36,7	38,5	32,9	58,1	44,0
Подростки	38,5	28,2	31,0	35,9	45,1
Взрослые	30,1	30,3	40,7	34,5	41,9
Заболеваемость всего населения	35,6	31,8	28,6	51,9	42,1

Исследование второго этапа было направлено в сторону определения специфики действия климатических условий и техногенного загрязнения на органы дыхания населения края по возрастным категориям.

Климат Приморского края определяется меридиональным расположением горного хребта Сихотэ-

Алиня и влиянием моря, которые сформировали особенности зонального и азонального распространения климата и биоты. Поэтому было проведено климатическое районирование территории края с выделением трех биоклиматических зон – прибрежной, переходной и континентальной (рис.).

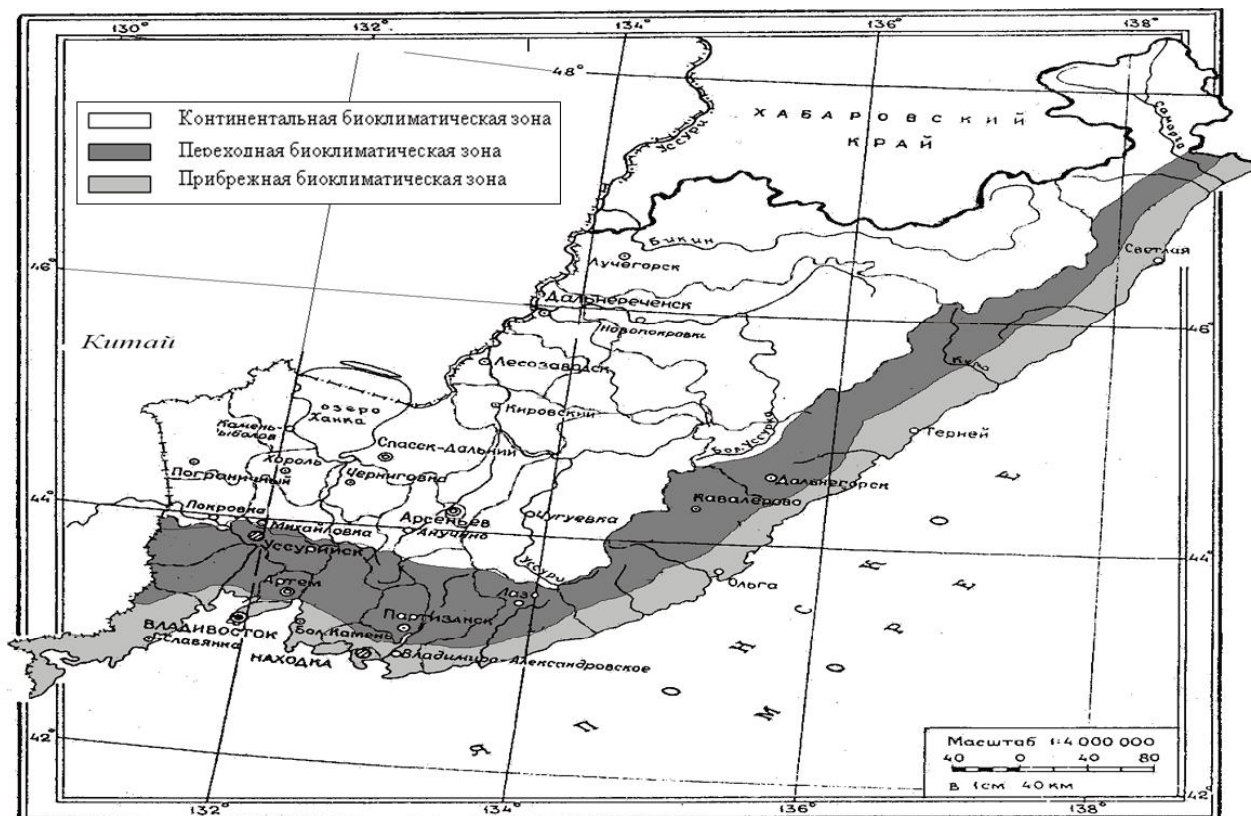


Рис. Биоклиматические зоны Приморского края.

Методологической основой второго этапа исследования явилось предположение связи различий климатических условий с уровнем распространения заболеваний органов дыхания в разных возрастных когортах населения. Определение специфики воздействия включило: 1) оценку степени дискриминации (различия) распространения заболеваний органов дыхания в условиях биозон; 2) определение регрессионных связей заболеваемости болезнями органов дыхания с климато-техногенными условиями биозон.

Так как априори были заданы три биозоны, пока-

затель дискриминации (*Wilks' Lambda*) оценивал различие именно в этих зонах. В результате значения статистики Уилкса в дискриминантном анализе, лежащие около 0, свидетельствовали о «хорошей» дискриминации и, наоборот, лежащие около 1 – к «плохой». В нашем случае присутствует «хорошая» дискриминация по всем возрастным категориям, что говорит о высокой зависимости уровня заболеваемости болезнями органов дыхания от климатических условий в биозонах (табл. 2).

Таблица 2

**Степень различия возникновения экологии органов дыхания в условиях биоклиматических зон
Приморского края**

Взрослые	Подростки	Дети
<i>Wilks' Lambda:</i>		
0,03695 при $F(16,46)=12,081$; $p<0,00001$	0,0586 при $F(14,48)=10,731$; $p<0,00001$	0,0592 при $F(12,50)=12,964$; $p<0,00001$

Таблица 3

**Регрессионная зависимость климатических показателей с уровнем заболеваемости в различных биозонах
Приморского края**

Климатические показатели (x) (среднегодовые данные)	Континентальная зона	Переходная зона	Прибрежная зона
	В-коэффициенты × (x)		
Дети (y)			
Температура (x1)	+18,2 × (x1)	+26,7 × (x1)	+34,6 × (x1)
Скорость ветра (x2)	+1,9 × (x2)	+4,5 × (x2)	+6,5 × (x2)
Количество осадков (x3)	+27,0 × (x3)	+13,1 × (x3)	+8,4 × (x3)
Количество пасмурных дней (x4)	+7,1 × (x4)	+9,7 × (x4)	+10,8 × (x4)
Количество дней с туманами (x5)	+14,5 × (x5)	+18,4 × (x5)	+22,9 × (x5)
Количество ясных дней (x6)	+124,2 × (x6)	+143,1 × (x6)	+166,6 × (x6)
Constant	-79,7	-107,0	-154,5
Подростки (y)			
Температура (x1)	+16,2 × (x1)	+22,4 × (x1)	+27,9 × (x1)
Скорость ветра (x2)	+2,1 × (x2)	+4,8 × (x2)	+6,9 × (x2)
Количество осадков(x3)	+33,4 × (x3)	+19,2 × (x3)	+13,8 × (x3)
Количество пасмурных дней (x4)	+9,1 × (x4)	+11,9 × (x4)	+13,0 × (x4)
Количество дней с туманами (x5)	+11,9 × (x5)	+15,1 × (x5)	+19,0 × (x5)
Количество ясных дней (x6)	+120,2 × (x6)	+139,2 × (x6)	+163,0 × (x6)
Влажность (x7)	+10,1 × (x7)	+9,9 × (x7)	+8,9 × (x7)
Constant	-86,9	-113,1	-158,4
Взрослые (y)			
Температура (x1)	+26,4 × (x1)	+37,6 × (x1)	+44,4 × (x1)
Скорость ветра (x2)	+7,6 × (x2)	+13,5 × (x2)	+14,6 × (x2)
Количество осадков (x3)	+48,3 × (x3)	+44,6 × (x3)	+36,4 × (x3)
Количество пасмурных дней (x4)	+12,8× (x4)	+18,0 × (x4)	+18,1 × (x4)
Количество дней с туманами (x5)	+9,8 × (x5)	+11,5 × (x5)	+16,8 × (x5)
Количество ясных дней (x6)	+133,8 × (x6)	+164,8 × (x6)	+184,1 × (x6)
Влажность (x7)	+105,4 × (x7)	+134,2 × (x7)	+120,2 × (x7)
Constant	-97,1	-142,8	-178,8

Следующей задачей второго этапа исследования явилось определение регрессионных зависимостей по возрастной заболеваемости (y) с климатическими факторами (x) (табл. 3). Регрессионные В-коэффициенты позволили оценить особенности влияния климатических параметров на органы дыхания в биозонах.

Анализ регрессионных коэффициентов (В-коэффициенты), представленных в таблице 3, выявил следующую закономерность: коэффициенты регрессии по множеству климатических показателей в возрастных группах количественно возрастают к прибрежной зоне, что говорит об усилении интенсивности негативного воздействия на органы дыхания человека в прибрежном морском климате. Положительные значения коэф-

фициентов свидетельствуют о прямом характере зависимости уровня заболеваемости от климатических факторов. Исключением являются «количество осадков», которое активнее влияет на органы дыхания в континентальной биозоне. Избирательна роль «влажности», интенсивно воздействующая на уровень заболеваемости взрослого населения края.

Проведенные аналогичные исследования по техногенному загрязнению воздуха в крае показали слабое различие распространения заболеваемости по биозонам (*Wilks' Lambda*: **0,2301249**; при $F(4,14)=3,796023$; $p<0,0271$), по возрастным группам различие в биозонах полностью отсутствует (*Wilks' Lambda* ближе к 1.0) (табл. 4).

Таблица 4

Регрессионная зависимость загрязнения воздуха с заболеваемостью органов дыхания в биоклиматических зонах Приморского края

Загрязнители воздуха (x) (среднегодовые данные)	Континентальная зона	Переходная зона	Прибрежная зона
	<i>Лямбда Уилкса: 0,2301249;</i> при $F(4,14)=3,796023$; $p<0,027$		
	В-коэффициенты $\times (x)$		
$NO_x(x1)$	+0,04984	+2,11410	+0,16953
$SO_2(x2)$	+0,07629	-0,52993	+0,19507
$CO(x3)$	+0,55785	-0,21304	+0,36207
Твердые выбросы ($x4$)	-0,03739	+0,20130	-0,13105
Общий выброс по городу ($x5$)	-0,02747	+0,03842	+0,04151
Constant	-1,44220	-3,79589	-3,00408

Слабое различие влияния загрязнения воздуха на органы дыхания в биозонах подтверждается малыми величинами коэффициентов регрессии ($<1,0$), что объясняется экологическим благополучием наибольшей территории края (табл. 4). Однако утверждение Э.Ю.Безуглой и Т.С.Селегей [1, 7] о первостепенном влиянии климатических условий на уровень загрязнения воздуха четко прослеживается в крупных городах Приморского края. Исследования, ранее проведенные в институте [2, 3], показали высокую зависимость загрязнения воздушной среды от климатических особенностей города Владивостока, причем реакция иммуно-метаболических показателей крови населения на климатическое воздействие по силе превысило реакцию на техногенное загрязнение. В результате синергизм, возникающий в процессе взаимодействия климато-техногенных факторов, стал опасным для здоровья населения города. Поэтому наличие в регрессионных зависимостях (табл. 4) отдельных предикторов (x) с обратной (отрицательной) связью подтверждает неоднозначность влияния загрязнения воздуха на органы дыхания населения не только городов, но и районов края.

Таким образом, в Приморском крае уровень распространения заболеваний органов дыхания в возрастных группах определяется климатическими различиями в биозонах. Однако влияние загрязнения воздуха на органы дыхания в биозонах слабое, что связано с экологическим благополучием большинства районов края, имеющих слабую интенсивность хозяйственной деятельности с незначительным загрязнением воздуха, где рост заболеваемости болезнями органов дыхания определяется, в основном, патогенетическим действием муссонного климата. В городах Приморского края происходит сложный процесс наложения негативного влияния техногенных выбросов на патогенное действие климатических условий.

Третий этап исследования включал определение климато-техногенных нагрузок на органы дыхания. Нагрузки рассчитывались согласно регрессионным зависимостям, классифицированным по биозонам и возрастным группам населения (табл. 3, 4). Коэффициенты регрессии (В-коэффициенты) позволили учесть особенности вклада каждого фактора (x) в совокупную нагрузку, формирующую уровень заболеваемости органов дыхания в крае (табл. 3, 4). Для введения фактор-

ных показателей (x) использовался интервальный спектр значений, характеризующих фоновые, пороговые и сверхпороговые уровни, в расчете которых использовался метод сопоставления заболеваемости (минимальная, максимальная) со средовыми показате-

лями [4]. В результате полученные критерии внешнего воздействия после введения их в регрессионные уравнения позволили определить комплексные нагрузки, ранжированные на «слабые», «повышенные», «сильные» и «очень сильные» (табл. 5).

Таблица 5

**Климато-техногенные нагрузки на органы дыхания в разных возрастных группах населения
Приморского края**

Качественное ранжирование нагрузок	Климатические нагрузки (усл. ед.)			Техногенные нагрузки
	дети	подростки	взрослые	
Слабые	1,0	1,04	1,4	<0
Повышенные	1,1	1,2	1,6	0–1,0
Сильные	1,4	1,5	2,0	1,1–4,0
Очень сильные	>1,5	>1,5	>2,3	>4,0

Анализ полученных данных показал различие величин климатических нагрузок по возрасту и по рангу. Наиболее уязвимыми к неблагоприятному климатическому воздействию оказались дети. Даже при слабых нагрузках (1,0 усл. ед.) уровень заболеваемости болезнями органов дыхания среди детей начинает возрастать, а при 1,5 усл. ед. нагрузок может возникнуть критическая эпидемиологическая обстановка. Так как величина допустимых нагрузок для подростков незначительно отличаются от детских, можно предположить, что и подростковое население также восприимчиво к патогенному влиянию климата Приморского края. Лишь взрослое население достаточно адаптировано к дальневосточным климатическим особенностям (нагрузки колеблются от 1,4 до 2,3 усл. ед. и более). Техногенные нагрузки имеют, в основном, ранговое различие, возрастные изменения нагрузок отсутствуют (табл. 5).

Таким образом, органы дыхания у населения Приморского края имеют возрастные резервы адаптации к неблагоприятному воздействию муссонного климата. Техногенное загрязнение воздушной среды одинаково неблагоприятно для органов дыхания всех возрастных групп. Полученные результаты могут быть использованы при разработке медико-профилактических программ оздоровления населения Приморского края.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 250 с.
2. Веремчук Л.В., Иванов Е.М., Кiku П.Ф. Среда обитания и заболеваемость органов дыхания в Приморском крае. Владивосток: Дальнаука, 2008. 217 с.
3. Веремчук Л.В., Кiku П.Ф., Симонова И.В. Воздействие климата и загрязнения воздушной среды на иммуно-метаболический статус населения города Владивостока // Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2012.

Вып.44. С.20–24.

4. Егорова И.П., Марченко Б.И. Оценка эпидемиологического риска здоровью на популяционном уровне при медико-гигиеническом ранжировании территории: пособие для врачей / под ред. А.И.Потапова. М., 1999. 48 с.

5. Лисицын Ю.П. Концепция факторов риска и образа жизни // Здравоохран. РФ. 1998. № 3. С. 49–52.

6. Матюхин В.А., Разумов А.Н. Экологическая физиология человека и восстановительная медицина. М.: ГЭОТАР Медицина, 1999. 336 с.

7. Селегей Т.С. Метеорологический потенциал самоочищения атмосферы Сибирского экономического района // Вопросы климатологии и агрометеорологии / под ред. М.И.Черниковой. М.: Гидрометеиздат, 1989. Вып.86. С.84–89.

8. Теория информации в медицине / под ред. В.А.Бандарина. Минск: Беларусь, 1974. 272 с.

REFERENCES

1. Bezuglaya E.Yu. *Monitoring sostoyaniya zagryazneniya atmosfery v gorodakh* [Monitoring of air pollution in cities]. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1986.
2. Veremchuk L.V., Ivanov E.M., Kiku P.F. *Sreda obitaniya i zabolevaemost' organov dykhaniya v Primorskoy krae* [The habitat and respiratory diseases morbidity in Primorsky Krai]. Vladivostok: Dal'nauka; 2008.
3. Veremchuk L.V., Kiku P.F., Simonova I.V. *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniya* 2012; 44:20–24.
4. Egorova I.P., Marchenko B.I. *Otsenka epidemiologicheskogo riska zdorov'yu na populyatsionnom urovne pri mediko-gigienicheskom ranzhirovani territorii: posobie dlya vrachey* [Epidemiological assessment of health risks at the population level in medico-hygienic area rankings: a handbook for physicians]. Moscow; 1999.
5. Lisitsyn Yu.P. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii* 1998; 3:49–52.
6. Matyukhin V.A., Razumov A.N. *Ekologicheskaya fiziologiya cheloveka i vosstanovitel'naya meditsina* [En-

vironmental physiology and regenerative medicine]. Moscow: GEOTAR Meditsina; 1999.

7. Selegey T.S. *Meteorologicheskiy potentsial samoochishcheniya atmosfery Sibirskogo ekonomicheskogo rayona. V kn.: Chernikova M.I. (red.). Voprosy klimatologii i agrometeorologii* [Meteorological potential for

self-purification of the atmosphere in Siberian economic region. In: Chernikova M.I., editor. Questions of climatology and meteorology]. Moscow: Gidrometeoizdat; 1989: pp.84–89.

8. Bandarin V.I., editor. *Teoriya informatsii v meditsine* [Information theory in medicine]. Minsk: Belarus'; 1974.

Поступила 05.02.2013

Контактная информация

Людмила Васильевна Веремчук,

доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории
медицинской экологии и рекреационных ресурсов,

НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения,

690105, г. Владивосток, ул. Русская, 73г.

E-mail: Veremchuk_LV@mail.ru

Correspondence should be addressed to

Lyudmila V. Veremchuk,

PhD, Leading staff scientist of Laboratory of Medical Ecology and Recreational Resource,

Research Institute of Medical Climatology and Rehabilitation Treatment,

73g Russkaya Str., Vladivostok, 690105, Russian Federation

E-mail: Veremchuk_LV@mail.ru