

© Ковшов А.А., Чашин В.П., 2019

УДК [613.2+613.5](571.651)

Оценка риска здоровью коренных жителей Чукотского автономного округа в условиях воздействия стойких загрязняющих веществ

А.А. Ковшов^{1,2}, В.П. Чашин^{1,2,3}¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, ул. 2-я Советская, д. 4, г. Санкт-Петербург, 191036, Российская Федерация²ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, ул. Кирочная, д. 41, г. Санкт-Петербург, 191015, Российская Федерация³Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», ул. Мясницкая, д. 20, г. Москва, 101000, Российская Федерация

Резюме: В исследовании, проводившемся в 2001 и 2010 гг., принимали участие лица коренных национальностей Чукотского автономного округа (АО), постоянно проживающие в пос. Уэлен и Канчалан. Были рассчитаны риски нарушения здоровья в связи с воздействием полихлорированных бифенилов (ПХБ), пестицидов группы ДДТ, свинца и ртути согласно методикам Руководства Р 2.1.10.1920-04 и ЕРА (США), проводилось анкетирование. Риски нарушения здоровья от поступления в организм человека ПХБ преимущественно связаны с потреблением традиционной пищи, вклад которой в структуру риска достигает 84 %. Риски, связанные с ДДТ, на 56 % обусловлены вторичным загрязнением продуктов питания на поверхности помещений. У лиц, занятых традиционным промыслом, риски вредного воздействия ПХБ в 5 раз выше по сравнению с занятыми прочими профессиями. Низкий денежный доход коренного населения Чукотского АО, высокое потребление жира морского зверя, злоупотребление алкоголем и отсутствие информированности о мерах профилактики приводят к увеличению рисков вредного воздействия ПХБ в 5-14 раз. Низкий социально-экономический статус способен существенно модифицировать риски нарушения здоровья, связанные с накоплением в организме человека стойких органических загрязнителей и некоторых тяжелых металлов, максимальное влияние которых отмечается в прибрежных районах Чукотского АО и преимущественно в отношении ПХБ. Для жителей пос. Уэлен прогнозируемый канцерогенный риск (до $1,0 \cdot 10^{-3}$) следует рассматривать как неприемлемый.

Ключевые слова: стойкие загрязняющие вещества, полихлорированные бифенилы, оценка риска, Чукотский автономный округ, коренные народы, социально-экономические и поведенческие факторы.

Для цитирования: Ковшов А.А., Чашин В.П. Оценка риска здоровью коренных жителей Чукотского автономного округа в условиях воздействия стойких загрязняющих веществ // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 12 (321). С. 4-10. DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-321-12-4-10>

Health risk assessment for indigenous people of Chukotka Autonomous Okrug exposed to persistent pollutants

А.А. Kovshov^{1,2}, V.P. Chashchin^{1,2,3}¹North-West Public Health Research Center, 4 2-ya Sovetskaya Street, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 41 Kirochnaya Street, Saint Petersburg, 191015, Russian Federation³Higher School of Economics, 20 Myasnitskaya Street, Moscow, 101000, Russian Federation

Abstract: The studies conducted in 2001 and 2010 included permanent residents of indigenous nationalities dwelling in the villages of Uelen and Kanchalan of Chukotka Autonomous Okrug. We assessed health risks from exposures to polychlorinated biphenyls (PCBs), DDT insecticides, lead, and mercury according to Guidelines R 2.1.10.1920-04 and U.S. EPA methods; a health survey was also conducted based on questionnaires. Health risks posed by ingestion of PCBs were mainly related to consumption of traditional foodstuffs contributing 84 % to the risk profile. Secondary contamination of food products from indoor surfaces accounted for 56 % of DDT-related health risks. For people of traditional occupations (hunters, fishermen, and reindeer herders) the risks of adverse health effects of PCBs were 5 times higher than for those of other occupations. Low income of the local population, high consumption of sea animal fat, alcohol abuse and ignorance of preventive measures resulted in 5-14 times increase in health risks posed by PCB exposures. Low socioeconomic status may significantly modify the health risks caused by bioaccumulation of persistent contaminants and heavy metals, its maximum impact being observed in the coastal areas of Chukotka and mainly in relation to PCBs. For the residents of Uelen, the predicted carcinogenic risk (up to 1.0×10^{-3}) should be considered unacceptable.

Key words: persistent contaminants, polychlorinated biphenyls, risk assessment, Chukotka Autonomous Okrug, indigenous peoples, socioeconomic and behavioral factors.

For citation: Kovshov AA, Chashchin VP. Health risk assessment for indigenous people of Chukotka Autonomous Okrug exposed to persistent pollutants. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2019; 12(321): 4-10. (In Russian) DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-321-12-4-10>

Information about the authors:

Kovshov A.A., <http://orcid.org/0000-0001-9453-8431>;
Chashchin V.P., <http://orcid.org/0000-0002-2600-0522>.

Особые условия традиционной хозяйственной деятельности, суровые природно-климатические условия, неконтролируемое загрязнение объектов окружающей среды, в том числе традиционной пищи, злоупотребление табакокурением и алкоголем, а также географическая изолированность арктических поселений создают

предпосылки к формированию повышенного риска для здоровья коренного населения Арктики. Коренные малочисленные народы с традиционными формами питания подвергаются влиянию вредных факторов в большей степени, чем другое население [7]. В некоторых регионах Арктики у людей, которые продолжают

употреблять традиционную пищу, в организме присутствуют высокие концентрации стойких загрязняющих веществ (стойких органических загрязнителей и некоторых тяжелых металлов), циркулирующих в крови. Эти загрязняющие вещества попадают в экстремально высоких концентрациях в организм детей, вскормленных грудным молоком женщин этого региона [7, 8, 15].

Несмотря на низкие показатели ожидаемой продолжительности жизни коренного населения, его высокую заболеваемость и преждевременную смертность [1, 7], исследований по количественной оценке риска для здоровья в связи с экспозицией организма к стойким загрязняющим веществам (СЗВ) не проводилось. Влияние социально-экономических и поведенческих факторов на частоту и распространенность нарушения здоровья населения в целом хорошо известно [5], но их роль как модификаторов токсикологического риска, обусловленного загрязнением традиционной пищи СЗВ, практически не изучалась.

По результатам обследования коренных жителей Крайнего Севера, проживающих в районах, подверженных интенсивным загрязнениям СЗВ, были разработаны и отчасти осуществлены мероприятия по снижению риска вредного воздействия антропогенных факторов [9]. Однако реальное влияние реабилитационных мер на здоровье населения, равно как и их социально-экономическая эффективность, остаются невыясненными. Общие рекомендации, сделанные по результатам программы арктического мониторинга и оценки (АМАР) 2001 и 2004 гг., включающие безопасное хранение, утилизацию отходов и диетические советы [10, 12], могут оказаться недостаточными для предотвращения вреда [4, 7].

Цель исследования – оценить риски нарушения здоровья у коренного населения Чукотского АО из-за вредного воздействия СЗВ и разработать рекомендации по его снижению.

Материалы и методы. В исследовании принимали участие отобранные методом случайной выборки лица коренных национальностей Чукотского АО, постоянно проживающие в пос. Уэлен и Канчалан. В 2001 г. в исследовании принял участие 251 житель пос. Уэлен в возрасте от 18 до 71 года, из них 132 женщины, в 2010 г. – 86 человек в возрасте от 27 до 67 лет, из них 48 женщин. В 2001 г. в исследовании также принимали участие жители пос. Канчалан – 360 человек в возрасте от 19 до 81 года, в том числе 208 женщин. У всех участников исследования получено информированное согласие на участие в когортном исследовании.

Среди участников исследования в 2001 и 2010 гг. проводилось анкетирование. Результаты анкетирования позволили сформировать группы наблюдений («случай – контроль») в зависимости от социального статуса (уровни денежных доходов, профессия, место жительства), поведенческих факторов (употребление алкоголя, характер питания), а в 2010 г. еще и по признаку информированности о способах предотвращения негативного воздействия СЗВ.

Исходя из количества потребляемых продуктов, указанного участниками исследования в анкетах, были рассчитаны риски нарушения

здоровья в связи с воздействием СЗВ (полихлорированные бифенилы, пестициды группы ДДТ, свинец и ртуть) согласно методикам Р 2.1.10.1920–04 (Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду). Для определения доз ПХБ и ДДТ, поступающих в организм через загрязненные поверхности в помещениях, использовалась методика EPA (Агентство по охране окружающей среды, США) [14, 17].

Оценка влияния профессии на экспозицию к СЗВ проводилась только среди мужского населения по причине занятости традиционным мужским промыслом – охотой, рыболовством, оленеводством.

Значения референтных доз (рекомендуемые пределы поступления СЗВ в организм) для расчета неканцерогенного риска (HQ) и факторов канцерогенного потенциала (CSF) для расчета канцерогенного риска (CR) определялись в соответствии с актуальными данными EPA, ОЕННА (Управление по оценке опасных факторов окружающей среды, США) и АМАР (Программа Арктического мониторинга и оценки). Так, CSF для ПХБ, поступающих с пищей, составляет $2 \text{ (мг/кг} \cdot \text{день)}^{-1}$, CSF для ДДТ – $0,34 \text{ (мг/кг} \cdot \text{день)}^{-1}$ [13], CSF для свинца – $0,0083 \text{ (мг/кг} \cdot \text{день)}^{-1}$ [16]. Референтные дозы, соответствующие рекомендуемому пределу поступления СЗВ в организм: ПХБ – $0,0003 \text{ мг/кг} \cdot \text{день}$, ДДТ – $0,05 \text{ мг/кг} \cdot \text{день}$, свинец – $0,00357 \text{ мг/кг} \cdot \text{день}$, ртуть – $0,00071 \text{ мг/кг} \cdot \text{день}$ [8].

Для расчета рисков нарушения здоровья, связанных с вредным воздействием СЗВ, поступающих из почвы, атмосферного воздуха, питьевой воды и продуктов питания, продаваемых в розничной сети, в качестве источника информации о концентрациях СЗВ использованы данные АМАР, ФГБУ «Чукотское УГМС» и Управления Роспотребнадзора по Чукотскому АО. Использовались сведения Росстата о количестве приобретенных продуктов в розничной сети. Данные о заболеваемости населения активным туберкулезом за 2010–2018 гг. предоставлены Управлением Роспотребнадзора по Чукотскому АО.

Была разработана модель перевода (уравнение линейной регрессии) концентраций ПХБ (суммарно по 15 конгенерам) в крови человека (мкг/л, коэффициент детерминации модели 0,600) в среднесуточную дозу ПХБ, поступающую в организм:

$$x = (y - c) / B = (y - 1,789) / 0,031;$$

нижняя граница 95%-го доверительного интервала: $x = (y - 0,011) / 0,018;$

верхняя граница 95%-го доверительного интервала: $x = (y - 3,567) / 0,045,$

где y – концентрация ПХБ в плазме крови (мкг/л), B – нестандартизированный коэффициент ПХБ, c – константа, x – поступление ПХБ в организм (нг/кг · день).

При обработке данных использовались общепринятые статистические методы с применением персонального компьютера с установленными программными продуктами корпорации Microsoft (Microsoft Excel 2013) и прикладным программным обеспечением (IBM SPSS Statistics v. 22). Рассчитывались критерии Манна – Уитни, ранговых знаков Уилкоксона,

T-критерий для зависимых и независимых выборок, нормальность распределения в выборках оценивалась по критерию Колмогорова — Смирнова. Критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы принимался равным 0,05. Уровни риска приводятся с указанием 95%-го доверительного интервала (кроме продуктов питания, приобретенных в розничной сети, из-за отсутствия дисперсии показателя).

Результаты исследования. Данные расчетов канцерогенных рисков показали, что основной вклад в канцерогенный риск, обусловленный воздействием СЗВ, приходится на ПХБ и ДДТ. По данным на 2001 г., неканцерогенные риски связаны преимущественно с воздействием ПХБ и ртути. Канцерогенный риск от поступления в организм человека ПХБ в основном обусловлен потреблением традиционных продуктов

питания (табл. 1): мяса и жира самостоятельно пойманного морского зверя — в основном моржей и тюленей и самостоятельно выловленной морской рыбы — кеты, горбуши, гольца.

По состоянию на 2010 г. структура и уровни рисков вредного воздействия ПХБ практически не изменились (табл. 2), и по-прежнему преобладающий вклад в сумму рисков приходится на потребление традиционных продуктов питания.

В отличие от ПХБ, весомый вклад в канцерогенный и неканцерогенный риски, связанные с ДДТ, приходится на вторичное загрязнение продуктов питания, хранящихся на поверхностях в помещениях, которые в прошлом массово обрабатывались инсектицидами на основе ДДТ против бытовых насекомых [10]. Есть основания предполагать, что в связи с прекращением использования в России подобных инсектицидов относительный вклад загрязненных

Таблица 1. Риски вредного воздействия ПХБ и метаболитов ДДТ на коренное население пос. Уэлен (2001 г.)

Table 1. Health risks of polychlorinated biphenyls and DDT metabolites for the indigenous population in the village of Uelen (2001)

Фактор риска/Risk factors	Канцерогенный риск/ Carcinogenic risk	Неканцерогенный риск/ Non-carcinogenic risk	Относительный вклад, %/ Relative contribution, %
ПХБ/PCB:			
Атмосферный воздух/Ambient air	$4,8 \cdot 10^{-9}$ [$1,4 \cdot 10^{-9}$ – $8,2 \cdot 10^{-9}$]	$4,0 \cdot 10^{-6}$ [$1,2 \cdot 10^{-6}$ – $6,8 \cdot 10^{-6}$]	< 0,1
Питьевая вода (перорально)/ Drinking water (oral exposure)	$1,0 \cdot 10^{-8}$ [$7,9 \cdot 10^{-9}$ – $1,8 \cdot 10^{-8}$]	$8,5 \cdot 10^{-5}$ [$1,9 \cdot 10^{-5}$ – $1,5 \cdot 10^{-4}$]	< 0,1
Поверхности помещений (соскобы)/ Indoor surface scrapings	$3,9 \cdot 10^{-5}$ [$5,8 \cdot 10^{-6}$ – $7,2 \cdot 10^{-5}$]	0,0647 [0,0100–0,1194]	14,3
Почва (перорально и ингаляционно)/ Soil (oral and inhalation exposure)	$3,1 \cdot 10^{-7}$ [$4,4 \cdot 10^{-8}$ – $5,8 \cdot 10^{-7}$]	0,0010 [0,0001–0,0019]	0,1
Продукты питания из магазинов/ Purchased foodstuffs	$3,2 \cdot 10^{-6}$	0,0052	1,2
Традиционные пищевые продукты/ Traditional foodstuffs	$2,3 \cdot 10^{-4}$ [$1,0 \cdot 10^{-4}$ – $3,6 \cdot 10^{-4}$]	0,383 [0,172–0,594]	84,4
Сумма рисков/Total risk	$2,7 \cdot 10^{-4}$ [$1,6 \cdot 10^{-4}$ – $4,4 \cdot 10^{-4}$]	0,45 [0,19–0,72]	100
ДДТ/DDT:			
Атмосферный воздух/Ambient air	$2,9 \cdot 10^{-9}$ [$6,1 \cdot 10^{-10}$ – $5,2 \cdot 10^{-9}$]	$1,7 \cdot 10^{-5}$ [$3,6 \cdot 10^{-6}$ – $3,0 \cdot 10^{-5}$]	<0,1
Питьевая вода (перорально)/ Drinking water (oral exposure)	$8,0 \cdot 10^{-7}$ [$2,2 \cdot 10^{-7}$ – $1,4 \cdot 10^{-6}$]	0,005 [0,0014–0,0088]	1,8
Поверхности помещений (соскобы)/ Indoor surface scrapings	$2,5 \cdot 10^{-5}$ [$2,1 \cdot 10^{-6}$ – $4,8 \cdot 10^{-5}$]	0,146 [0,012–0,280]	56,3
Почва (перорально и ингаляционно)/ Soil (oral and inhalation exposure)	$1,0 \cdot 10^{-10}$ [$1,8 \cdot 10^{-11}$ – $1,8 \cdot 10^{-10}$]	$6,0 \cdot 10^{-7}$ [$1,1 \cdot 10^{-7}$ – $1,1 \cdot 10^{-6}$]	< 0,1
Продукты питания из магазинов/ Purchased foodstuffs	$7,4 \cdot 10^{-7}$	0,004	1,7
Традиционные пищевые продукты/ Traditional foodstuffs	$1,8 \cdot 10^{-5}$ [$7,9 \cdot 10^{-6}$ – $2,8 \cdot 10^{-5}$]	0,104 [0,046–0,162]	40,2
Сумма рисков/Total risk	$4, \cdot 10^{-5}$ [$1,0 \cdot 10^{-5}$ – $7,8 \cdot 10^{-5}$]	0,26 [0,06–0,46]	100

Таблица 2. Риски вредного воздействия полихлорированных бифенилов на коренное население пос. Уэлен (2010 г.)

Table 2. Health risks of polychlorinated biphenyls for the indigenous population in the village of Uelen (2010)

Фактор риска/Risk factors	Канцерогенный риск/ Carcinogenic risk	Неканцерогенный риск/ Non-carcinogenic risk	Относительный вклад, %/ Relative contribution, %
Атмосферный воздух/Ambient air	$9,6 \cdot 10^{-10}$ [$1,2 \cdot 10^{-11}$ – $1,8 \cdot 10^{-9}$]	$8,0 \cdot 10^{-6}$ [$1,0 \cdot 10^{-7}$ – $1,5 \cdot 10^{-5}$]	< 0,1
Питьевая вода (перорально)/Drinking water (oral exposure)	$2,0 \cdot 10^{-8}$ [$2,1 \cdot 10^{-9}$ – $3,8 \cdot 10^{-8}$]	$1,7 \cdot 10^{-4}$ [$1,8 \cdot 10^{-5}$ – $3,2 \cdot 10^{-4}$]	< 0,1
Поверхности помещений (соскобы)/ Indoor surface scrapings	$4,7 \cdot 10^{-5}$ [$7,2 \cdot 10^{-6}$ – $8,7 \cdot 10^{-5}$]	0,078 [0,012–0,144]	18,6
Почва (перорально и ингаляционно)/ Soil (oral and inhalation exposure)	$7,1 \cdot 10^{-8}$ [$1,2 \cdot 10^{-8}$ – $1,3 \cdot 10^{-7}$]	$5,3 \cdot 10^{-4}$ [$9,0 \cdot 10^{-5}$ – $9,7 \cdot 10^{-4}$]	< 0,1
Продукты питания из магазинов/ Purchased foodstuffs	$6,1 \cdot 10^{-6}$	0,010	2,4
Традиционные пищевые продукты/ Traditional foodstuffs	$2,0 \cdot 10^{-4}$ [$5,3 \cdot 10^{-5}$ – $5,4 \cdot 10^{-4}$]	0,32 [0,09–0,90]	79,0
Сумма рисков/Total risk	$2,5 \cdot 10^{-4}$ [$6,6 \cdot 10^{-5}$ – $6,3 \cdot 10^{-4}$]	0,41 [0,11–1,06]	100

поверхностей в структуру рисков, связанных с ДДТ, как и уровень самих рисков, в настоящее время снизился. Это косвенно подтверждается статистически значимым снижением концентраций метаболитов ДДТ в крови коренного населения по данным исследований 2010 г. [8], а также исследованиями, проводившимися в 2016 г. в с. Энмелен Чукотского АО [11]. Однако снижения вклада загрязненных поверхностей помещений в структуру рисков, связанных с ПХБ, можно ожидать лишь для небольшой части населения, переселенного за последние годы в новые дома [4].

Данные на 2001 г. анализа доз ПХБ, ДДТ и ртути, поступающих в организм человека с продуктами питания, свидетельствуют о наличии существенных отличий между поступлением данных СЗВ и связанными с этим рисками у жителей пос. Уэлен и Канчалан (табл. 3).

Среди жителей прибрежного пос. Уэлен риски вредного воздействия ПХБ в 6,3 раза выше ($p < 0,001$), чем у жителей континентального пос. Канчалан. Аналогичная ситуация наблюдается в отношении рисков вредного

воздействия ДДТ (у жителей Уэлена риск в 5,0 раз выше, чем у жителей Канчалана, $p < 0,001$) и ртути (у жителей Уэлена риск в 3,3 раза выше, чем у жителей Канчалана, $p < 0,001$). Существуют отличия и в рисках нарушения здоровья, связанных с вредным воздействием свинца: у жителей Канчалана риски в 1,4 раза выше, чем у жителей Уэлена ($p < 0,001$). Однако сами риски являются пренебрежимо малыми, и из-за значительного пересечения доверительных интервалов данные отличия статистически незначимы.

Кроме того, установлены статистически значимые отличия между дозами всех анализируемых СЗВ, поступающих с пищей, у мужчин, занятых традиционным промыслом, и представителями прочих профессий. У лиц, занятых традиционным промыслом, риск вредного воздействия ПХБ выше в 5 раз ($p < 0,001$) по сравнению с занятыми другими профессиями. Статистически значимых отличий рисков нарушения здоровья, связанных с ДДТ, свинцом и ртутью, среди лиц, занятых традиционным промыслом, и представителями

Таблица 3. Риски вредного воздействия СЗВ, связанные с потреблением традиционных продуктов питания, в зависимости от экспрессии социальных факторов в Чукотском АО (2001 г.)

Table 3. Health risks of persistent pollutants related to consumption of traditional food depending on the expression of social factors in Chukotka Autonomous Okrug (2001)

Показатель/Indices	Характеристика показателя/Description	Канцерогенный риск/ Carcinogenic risk	Неканцерогенный риск/ Non-carcinogenic risk
ПХБ (суммарно 15 конгенов)/PCB (the total of 15 congeners):			
Денежный доход на 1 члена семьи, пос. Уэлен/ Income per family member, Uelen	ниже прожиточного минимума (4136 руб. в месяц)/below the subsistence level (4,136 rubles per month), n = 217	$5,0 \cdot 10^{-4}$ [$2,3 \cdot 10^{-4}$ – $7,7 \cdot 10^{-4}$]	0,83 [0,38–1,28]
	выше прожиточного минимума/ above the subsistence level, n = 34	$9,8 \cdot 10^{-5}$ [$2,6 \cdot 10^{-5}$ – $1,7 \cdot 10^{-4}$]	0,17 [0,05–0,29]
Трудовая деятельность, пос. Уэлен/Occupation, Uelen	традиционный промысел*/ traditional occupations*, n = 37	$1,1 \cdot 10^{-3}$ [$4,3 \cdot 10^{-4}$ – $1,8 \cdot 10^{-3}$]	1,83 [0,72–2,94]
	прочие профессии/other occupations, n = 82	$2,4 \cdot 10^{-4}$ [$6,2 \cdot 10^{-5}$ – $4,2 \cdot 10^{-4}$]	0,40 [0,10–0,70]
Населенный пункт/Village	пос. Уэлен/Uelen, n = 251	$2,3 \cdot 10^{-4}$ [$1,0 \cdot 10^{-4}$ – $3,6 \cdot 10^{-4}$]	0,38 [0,17–0,59]
	пос. Канчалан/Kanchalan, n = 360	$3,8 \cdot 10^{-5}$ [$2,1 \cdot 10^{-5}$ – $5,5 \cdot 10^{-5}$]	0,06 [0,03–0,09]
ДДТ (суммарно)/DDT (total):			
Трудовая деятельность, пос. Уэлен/Occupation, Uelen	традиционный промысел*/traditional occupations*, n = 37	$2,4 \cdot 10^{-5}$ [$9,3 \cdot 10^{-6}$ – $3,9 \cdot 10^{-5}$]	0,14 [0,05–0,23]
	прочие профессии/other occupations, n = 82	$1,9 \cdot 10^{-5}$ [$4,9 \cdot 10^{-6}$ – $3,3 \cdot 10^{-5}$]	0,11 [0,03–0,19]
Расстояние от окружного центра/Distance to the district center	пос. Уэлен (740 км)/ Uelen (740 km), n = 251	$1,8 \cdot 10^{-5}$ [$7,9 \cdot 10^{-6}$ – $2,8 \cdot 10^{-5}$]	0,10 [0,05–0,16]
	пос. Канчалан (60 км)/ Kanchalan (60 km), n = 360	$3,9 \cdot 10^{-6}$ [$2,2 \cdot 10^{-6}$ – $5,6 \cdot 10^{-6}$]	0,02 [0,01–0,03]
Свинец/Lead:			
Трудовая деятельность, пос. Уэлен/Occupation, Uelen	традиционный промысел*/ traditional occupations*, n = 37	$2,4 \cdot 10^{-6}$ [$9,2 \cdot 10^{-7}$ – $3,9 \cdot 10^{-6}$]	0,08 [0,03–0,13]
	прочие профессии/other occupations, n = 82	$1,9 \cdot 10^{-6}$ [$4,7 \cdot 10^{-7}$ – $3,3 \cdot 10^{-6}$]	0,06 [0,02–0,10]
Ртуть/Mercury:			
Трудовая деятельность, пос. Уэлен/Occupation, Uelen	традиционный промысел*/traditional occupations*, n = 37	–	1,21 [0,45–1,97]
	прочие профессии/other occupations, n = 82	–	0,93 [0,24–1,62]
Расстояние от окружного центра/Distance to the district center	пос. Уэлен (740 км)/Uelen (740 km), n = 251	–	0,89 [0,40–1,38]
	пос. Канчалан (60 км)/ Kanchalan (60 km), n = 360	–	0,27 [0,15–0,39]

Примечание: * – Традиционный промысел – охота, рыболовство, оленеводство.
Note: * – hunters, fishers, reindeer herders.

прочих профессий не установлено. Исключение составляют лишь оленеводы, у которых риски вредного воздействия, связанные с ДДТ, в 2,5 раза выше ($p = 0,011$), чем у представителей профессий, не связанных с традиционным промыслом ($CR 4,7 \cdot 10^{-5}$ [$2,6 \cdot 10^{-5}$ – $6,8 \cdot 10^{-5}$], $HQ 0,27$ [$0,15$ – $0,39$]).

По материалам исследований 2010 г., можно сделать вывод о том, что в прибрежных районах Чукотского АО сохраняются предпосылки к повышенному влиянию низкого социального статуса коренных жителей на риски, связанные с ПХБ (табл. 4).

Результаты исследования показывают, что наиболее высокие риски вредного воздействия СЗВ отмечаются в прибрежном пос. Уэлен, при этом повышенные риски, связанные со СЗВ, у представителей традиционных профессий (охотников, рыбаков и оленеводов) обусловлены преимущественно ПХБ.

Повышенный неканцерогенный риск воздействия ПХБ на коренное население прибрежной Чукотки приводит прежде всего к снижению иммунитета [3, 6], что увеличивает риск возникновения инфекционных болезней, включая туберкулез (рисунок), а также некоторых болезней органов дыхания.

Кроме того, повышается риск развития болезней эндокринной и мочеполовой систем, врожденных аномалий (пороков развития), неблагоприятных исходов беременности [9]. Прогнозируется неприемлемый канцерогенный риск для жителей пос. Уэлен, в особенности среди лиц с высоким потреблением жира морского зверя (до $1,0 \cdot 10^{-3}$).

Результаты химико-токсикологических исследований крови на содержание СЗВ [1] свидетельствуют, что реальное влияние факторов социальной среды на выраженность токсикологического риска СЗВ не ограничивается

лишь местом проживания и видом профессиональной деятельности. Это подтверждается и результатами расчета рисков у жителей Уэлена по состоянию на 2010 г.

У лиц с низкими денежными доходами риски вредного воздействия ПХБ повышены в 4,9 раза ($p < 0,001$) по сравнению с жителями, имеющими доходы выше прожиточного минимума.

Подавляющее большинство коренных жителей практически не информированы о рисках, связанных с воздействием СЗВ, и мерах по их профилактике, несмотря на проводившуюся в начале 2000-х гг. санитарно-просветительскую работу, что приводит к увеличению риска вредного воздействия ПХБ в 5,7 раза ($p < 0,001$). Помимо этого низкие денежные доходы коренных жителей не позволяют им приобретать в магазинах дорогостоящие привозные продукты, поэтому основным источником питания (до 90 % рациона) для них становятся самостоятельно пойманные рыба и в прибрежных районах морской зверь, которые содержат СЗВ в значительных количествах [7].

Среди коренного населения распространено массовое потребление алкоголя, в том числе изготовленного в домашних условиях. Злоупотребление алкоголем не способствует получению качественного образования и высокооплачиваемой работы, что в итоге приводит к потреблению традиционной пищи, загрязненной СЗВ. С другой стороны, изготовление браги в домашних условиях само по себе несет повышенный риск нарушения здоровья, связанный с СЗВ, так как для этого нередко используется тара, в которой ранее хранились технические жидкости, а в качестве сырья для браги могут применяться импортные продукты (например, крупа), содержащие СЗВ в остаточных концентрациях [12]. Следствием этого является

Таблица 4. Риски вредного воздействия полихлорированных бифенилов, связанные с потреблением традиционной пищи, в зависимости от экспрессии социальных факторов в пос. Уэлен (2010 г.)

Table 4. Health risks of polychlorinated biphenyls related to the consumption of traditional food depending on the expression of social factors in the village of Uelen (2010)

Показатель/Indices	Характеристика показателя/Description	Канцерогенный риск/ Carcinogenic risk	Неканцерогенный риск/ Non-carcinogenic risk
Денежный доход на одного члена семьи в месяц/Monthly income per family member	ниже прожиточного минимума (11113,5 руб.)/below the subsistence level (11,113.5 rubles per month), n = 33	$3,4 \cdot 10^{-4}$ [$1,6 \cdot 10^{-4}$ – $7,9 \cdot 10^{-4}$]	0,57 [0,26–1,32]
	выше прожиточного минимума/above the subsistence level, n = 9	$2,6 \cdot 10^{-5}$ [$0,0$ – $2,4 \cdot 10^{-4}$]	0,04 [0,00–0,40]
Потребление жира морского зверя/Marine animal fat consumption	высокое/high, n = 13	$4,8 \cdot 10^{-4}$ [$2,5 \cdot 10^{-4}$ – $1,0 \cdot 10^{-3}$]	0,81 [0,42–1,72]
	низкое/low, n = 29	$8,8 \cdot 10^{-5}$ [$0,0$ – $3,5 \cdot 10^{-4}$]	0,15 [0,00–0,58]
Потребление алкоголя/Alcohol consumption	низкое (до 2 бутылок водки в месяц)/low (less than 2 bottles of vodka per month), n = 17	$4,1 \cdot 10^{-5}$ [$0,0$ – $1,7 \cdot 10^{-4}$]	0,14 [0,00–0,56]
	высокое (4 и более бутылок водки в месяц)/high (4 and more bottles of vodka per month), n = 25	$3,9 \cdot 10^{-4}$ [$1,9 \cdot 10^{-4}$ – $8,7 \cdot 10^{-4}$]	0,65 [0,32–1,45]
Трудовая деятельность, пос. Уэлен/Occupation, Uelen	традиционный промысел/traditional occupations, n = 6	$5,8 \cdot 10^{-4}$ [$3,2 \cdot 10^{-4}$ – $1,2 \cdot 10^{-3}$]	0,97 [0,53–2,00]
	прочие профессии/other occupations, n = 13	$1,4 \cdot 10^{-4}$ [$1,8 \cdot 10^{-5}$ – $4,4 \cdot 10^{-4}$]	0,24 [0,03–0,74]
Информированность о профилактике воздействия стойких загрязняющих веществ/Awareness on prevention of POP exposure	не информированы/not informed, n = 38	$3,8 \cdot 10^{-4}$ [$1,8 \cdot 10^{-4}$ – $8,5 \cdot 10^{-4}$]	0,63 [0,30–1,41]
	информированы/informed, n = 4	$6,7 \cdot 10^{-5}$ [$0,0$ – $3,1 \cdot 10^{-4}$]	0,11 [0,00–0,52]

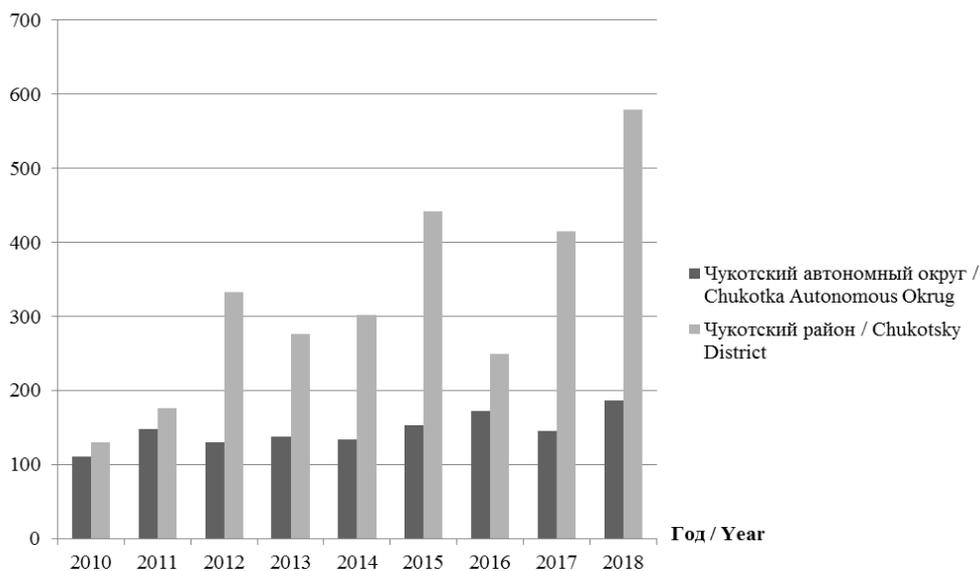


Рисунок. Динамика первичной заболеваемости активным туберкулезом в Чукотском АО и Чукотском районе (2010–2018 гг.), число случаев на 100 000 населения

Figure. Incidence rates of active tuberculosis in Chukotka Autonomous Okrug and Chukotka District in 2010–2018 (per 100,000)

увеличение риска вредного воздействия ПХБ в 4,6 раза ($p < 0,001$).

Основным механизмом поступления СЗВ в организм жителей, занятых традиционным промыслом, тоже является традиционная пища. К тому же в данной отрасли отмечаются наиболее низкие денежные доходы среди всех отраслей экономики Чукотского АО [1], которые не позволяют приобретать привозные продукты в магазинах в значительных количествах. Повышенный риск вредного воздействия ДДТ у оленеводов может быть обусловлен использованием в прошлом инсектицидов на основе ДДТ для защиты оленей от кровососущих насекомых.

Таким образом, основной вклад в риски вредного воздействия ПХБ и ДДТ вносят традиционный характер питания и загрязнение этими веществами поверхностей помещений. Однако именно эти факторы, в отличие от атмосферного воздуха [2] или питьевой воды, являются неуправляемыми, так как существующее правовое поле не позволяет в обязательном порядке контролировать содержание СЗВ в самостоятельно пойманной рыбе и морском звере, равно как и в жилых помещениях. Также не существует правовых оснований для регуляции фактического потребления продуктов питания и характера их обработки перед приемом в пищу. Поэтому рекомендации по коррекции питания коренного населения Крайнего Севера [10] не утрачивают актуальности, но их максимальная эффективность будет достигнута только в сочетании с мероприятиями по повышению уровня образования и доходов, а также при ликвидации накопленного экологического ущерба. Дефицит ряда витаминов, минеральных солей, микроэлементов при ограничении потребления традиционной пищи может быть восполнен привозными продуктами из экологически благополучных регионов Арктики. Но это тоже возможно лишь при высоком уровне

доходов, что реально обеспечить, создав дополнительные рабочие места и предоставив коренному населению возможность получения профессионального образования, а также проводя санитарно-просветительскую работу на максимально доступном для коренных жителей уровне.

Заключение. Основным источником повышенного риска нарушения здоровья является поступление ПХБ в организм человека вследствие традиционного характера питания коренного населения Чукотского АО. Это связано с употреблением в пищу самостоятельно пойманной рыбы и морского зверя. Такие традиции питания вносят вклад в риски нарушения здоровья, который достигает 84 %. Для ДДТ, помимо потребления в пищу самостоятельно пойманной рыбы и морского зверя, является актуальным вторичное загрязнение продуктов питания при их контакте с различными поверхностями в жилых помещениях.

Низкий социально-экономический статус способен существенно модифицировать риск вредного воздействия СЗВ, однако максимальное влияние социально-экономических и поведенческих факторов отмечается в прибрежных районах Чукотского АО и преимущественно в отношении ПХБ: у лиц с низким социально-экономическим статусом риски вредного воздействия ПХБ будут повышены в 5–14 раз. Для населения Чукотского АО в целом, и в особенности для лиц, массово потребляющих жир морского зверя и занятых традиционным промыслом, значения канцерогенного риска (до $1,0 \cdot 10^{-3}$) следует рассматривать как неприемлемые.

Помимо продолжения реализации мероприятий по ликвидации накопленного экологического ущерба и проведения санитарно-просветительской работы с целью снижения риска вредного воздействия СЗВ, необходимо разрабатывать мероприятия по повышению

социально-экономического статуса коренного населения Чукотского АО.

Список литературы
(пп. 9–17 см. References)

1. Ковшов А.А. Социальная среда как модификатор вредного воздействия стойких токсичных веществ // «Профилактическая медицина – 2017»: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 6–7 декабря 2017 года / Под ред. А.В. Мельцера, И.Ш. Якубовой. Ч. 2. СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2017. С. 14–21.
2. Коноплев А.В., Волкова Е.Ф., Кочетков А.И., Первунина Р.И., Самсонов Д.П. Мониторинг стойких органических загрязнителей в атмосферном воздухе как элемент выполнения Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях // Химическая физика. 2012. Т. 31. № 10. С. 38.
3. Крюков Д.А., Желтов В.А., Кушнир А.Т. Влияние техногенных загрязнителей на иммунитет при ньюкаслской болезни // Ветеринария. 2009. № 1. С. 17–20.
4. Отчет АМАП-2015: здоровье человека в Арктике. СПб.: ООО «Издательско-полиграфическая компания «Коста», 2018. 176 с.
5. Скачкова Е.И., Шестаков М.Г., Темирджанова С.Ю. Динамика и социально-демографическая структура туберкулеза в Российской Федерации, его зависимость от уровня жизни // Туберкулез и болезни легких. 2009. Т. 86. № 7. С. 4–8.
6. Чашин В.П., Фролова Н.М., Сологуб Т.В., Эсауленко Е.В. Влияние вредных иммунотоксических факторов окружающей и производственной среды на клиническое течение ВИЧ-инфекции // Медицина труда и промышленная экология. 2010. № 4. С. 1–6.
7. Чашин В.П., Гудков А.Б., Попова О.Н., Одланд И.О., Ковшов А.А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. № 1. С. 3–12.
8. Чашин М.В., Чашин В.П., Федоров В.Н., Захарова Н.В., Кузьмин А.В. и др. Основные тенденции изменения концентраций стойких токсичных веществ в крови коренного населения Арктики // Экология человека. 2012. № 6. С. 3–7.

References

1. Kovshov AA. Social environment as a modifier of harmful effects of persistent toxic substances. *Profilakticheskaya medicina – 2017: sbornik nauchnykh trudov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. 6–7 dekabrya 2017 goda*. Ed. A.V. Melzer, I.Sh. Yakubova. V. 2. Saint Petersburg, 2017, pp. 14–21 (in Russian).
2. Konoplev AV, Volkova EF, Kochetkov AI, et al. Monitoring of persistent organic pollutants in the ambient air as an element of implementation of the Stockholm Convention on persistent organic pollutants. *Khimicheskaya fizika*. 2012; 31(10):38 (in Russian).
3. Kryukov DA, Zheltov VA, Kushnir AT. The effect of technogenic pollutants on immunity in Newcastle disease. *Veterinariya*. 2009; 1:17–20 (in Russian).

4. AMAP Assessment 2015: Human Health in the Arctic. Saint Petersburg, ООО Izdatel'sko-poligraficheskaya kompaniya "Kosta", 2018, 176 p. (in Russian).
5. Skachkova EI, Shestakov MG, Temirdzhanova SYu. The trend and sociodemographic structure of tuberculosis in the Russian Federation, its relation to the standards of living. *Tuberkulez i bolezni legkikh*. 2009; 86(7):4–8 (in Russian).
6. Chashchin VP, Frolova NM, Sologub TV, et al. Influence of harmful immunotoxic factors of the environment and the production environment on the clinical course of HIV infection. *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2010; 4:1–6 (in Russian).
7. Chashchin VP, Gudkov AB, Popova ON, et al. Description of main health deterioration risk factors for population living on territories of active natural management in the Arctic. *Ekologiya cheloveka*. 2014; 1:3–12 (in Russian).
8. Chashchin VP, Chashchin VP, Fedorov VN, et al. Main trends of change of persistent toxic substances concentrations in blood of Arctic region indigenous population. *Ekologiya cheloveka*. 2012; 6:3–7 (in Russian).
9. AMAP, 2009. Assessment 2009: Human Health in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). Oslo, Norway. 2009, 254 p.
10. AMAP. Persistent Toxic Substances, Food Security and Indigenous Peoples of the Russian North. Final Report. Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, 2004, 192 p.
11. Dudarev AA, Chupakhin VS, Vlasov SV, et al. Traditional diet and environmental contaminants in Coastal Chukotka II: Legacy POPs. *Int J Environ Res Public Health*. 2019; 16(5), 695. DOI: 10.3390/ijerph16050695
12. Dudarev AA, Dorofeev VM, Dushkina EV, et al. Food and water security issues in Russia III: food- and waterborne diseases in the Russian Arctic, Siberia and the Far East, 2000–2011. *Int J Circumpolar Health*. 2013; 72(1):21856. DOI: 10.3402/ijch.v72i0.21856
13. Integrated Risk Information System. United States Environmental Protection Agency. 2017. URL: <https://www.epa.gov/iris> (accessed 10.05.2019).
14. Risk Assessment Guidance for Superfund. Volume I. Human Health Evaluation Manual (Part A). Interim Final. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, 1989, 291 p.
15. Rosner D, Markowitz G. Persistent pollutants: a brief history of the discovery of the widespread toxicity of chlorinated hydrocarbons. *Environ Res*. 2013; 120:126–133.
16. Toxicity criteria on chemicals evaluated by OEHHA. The Office of Environmental Health Hazard Assessment. 2017. URL: <https://oehha.ca.gov/chemicals> (accessed 10.05.2019).
17. Wong-Yim P, Wade M, Davis B, et al. Human health risk assessment for exposure to polychlorinated biphenyls in contaminated buildings. Final PCB Poster. California Department of Toxic Substances Control (DTSC). 2008. URL: https://www.dtsc.ca.gov/AssessingRisk/upload/Final_PCB_Poster_2008_SOT3.pdf (accessed 10.05.2019).

Контактная информация:

Ковшов Александрович, младший научный сотрудник ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»
e-mail: kovshov@s-znc.ru

Corresponding author:

Aleksandr Kovshov, Junior Researcher, North-West Public Health Research Center
e-mail: kovshov@s-znc.ru

Статья получена: 23.10.19
Принята в печать: 20.11.19