

С.Д. Ефремова, А.С. Гольдерова, З.Н. Кривошапкина,
Е.Д. Охлопкова, В.М. Николаев, Е.В. Цыпандина,
П.М. Иванов, Н.Н. Сазонов

ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ И ЕЕ ВЗАИМОСВЯЗЬ С УРОВНЕМ ОНКОМАРКЕРОВ У ЖИТЕЛЕЙ ЯКУТИИ

DOI 10.25789/YMJ.2018.63.11

УДК574.632; 616-092

Проведена оценка степени взаимосвязи уровня онкомаркеров и жесткости употребляемой воды у жителей 6 различных районов Якутии. Проведенный анализ установил значимые прямые корреляционные связи между жесткостью воды и уровнем онкомаркеров: альфа-фетопротеина, раково-эмбрионального антигена, для мужчин простат-специфического антигена и для женщин углеводного антигена СА-125.

Ключевые слова: жесткость воды, онкомаркеры, Якутия.

The degree of the correlation between the level of oncomarkers and the rigidity of consumed water among residents of 6 different regions of Yakutia was assessed. The conducted analysis established significant direct correlation between water hardness and the level of oncomarkers: alfa-fetoprotein, cancer-embryonic antigen, prostate-specific antigen for men and carbohydrate antigen CA-125 for women.

Keywords: water hardness, oncomarkers, Yakutia.

Введение. Якутия располагает огромными запасами водных ресурсов, на ее территории насчитывается свыше 700 тыс. крупных и малых рек, что составляет около 30% всех рек России. На территории республики имеется около 825 тыс. озер с площадью свыше 1 га, что составляет более 40% озер России [1]. Поверхностные воды Якутии относятся к умеренно загрязненным водам, хотя в составе сточных вод выбрасывается большое количество токсических элементов. Крупными загрязнителями поверхностных вод являются города, крупные поселки, расположенные по бассейнам рек. Высокой степени загрязнения способствуют: наличие вечной мерзлоты, которая не дает просачиваться поверхностным водам в грунтовые, что приводит к распространению загрязненных вод по поверхности земли, медленный темп биологической очистки загрязненной воды из-за продолжительной зимы, короткого лета. Если на европейской территории России загрязненные воды очищаются через

200-300 км, то в реках Якутии вода не очищается до 1500 км [3].

Якутия по уровню заболеваемости некоторыми нозологическими формами злокачественных опухолей относится к регионам, входящим в число лидеров не только в России, но и в мире. По уровню заболеваемости злокачественными опухолями пищевода, печени и легкого, как у мужчин, так и у женщин, республика входит в число территорий с наивысшими показателями среди остальных регионов Российской Федерации [2].

Водные объекты на территории Республики Саха (Якутия) используются для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения, производства электроэнергии при добыче золота, алмазов, нерудных строительных материалов, сброса сточных вод и других целей. Основными потребителями воды являются промышленность (алмазо-, золотодобывающая отрасли, добыча драгоценных металлов, электроэнергетика) и жилищно-коммунальное хозяйство [6].

В условиях экологического неблагополучия раньше других систем реагируют иммунная, эндокринная и центральная нервная системы, вызывая широкий спектр функциональных расстройств. Среди онкологических заболеваний особой экзависимостью отличаются заболевания легочной ткани, кожного покрова и органов пищеварения, так как идет непосредственный контакт с факторами внешней среды – воздухом, водой и почвой [4].

По данным ВОЗ, 85% всех заболеваний в мире связано с загрязнением воды, так как в такой воде содержатся более 13000 токсических элементов,

в том числе хлор и его органические соединения, соли тяжелых металлов, нитраты, пестициды, что приводит к развитию тяжелых заболеваний человека, включая заболевания сердечно-сосудистой системы, злокачественные заболевания. В связи с этим изучение влияния качества употребляемой воды на состояние здоровья населения, в частности на уровень специфических маркеров, оценивающих риск онкологических заболеваний, представляет интерес.

Целью исследования явилась оценка степени взаимосвязи уровня онкомаркеров у жителей районов Якутии с загрязненностью употребляемой ими воды.

Методы и материалы исследования. Обследовано 675 жителей в возрасте от 18 до 79 лет, проживающих в 6 различных районах Республики Саха (Якутия): 461 мужчина и 214 женщин. Национальный состав обследованных лиц включал 246 якутов, 194 представителя малочисленных народов Севера (эвенки, эвены и долганы), 236 чел. пришлого населения (русские, татары и др.). Обследованные районы Якутии относятся к различным по климатогеографическим условиям и антропогенной нагрузке зонам. Горный и Намский районы относятся к Центральной зоне Якутии, Анабарский и Верхнеколымский районы – к Арктической, Ленский и Алданский – к Южной промышленной зоне.

Исследуемые нами районы были ранжированы по индексу напряжения факторов (ИНФ) (Е.И. Бурцева, 2006), который отражал комплексную оценку состояния окружающей среды с учетом влияния численности населения,

ФГБНУ «ЯНЦ КМП»: **ЕФРЕМОВА Светлана Дмитриевна** – м.н.с., esd64@mail.ru, **КРИВОШАПКИНА Зоя Николаевна** – с.н.с., zoyakriv@mail.ru, **ОХЛОПКОВА Елена Дмитриевна** – к.б.н., в.н.с.-руковод. лаб., elena_ohlopkova@mail.ru, **НИКОЛАЕВ Вячеслав Михайлович** – к.б.н., в.н.с.-руковод. отдела, Nikolaev1126@mail.ru, **ЦЫПАНДИНА Евгения Викторовна** – м.н.с., tsypandina93@mail.ru, **ИВАНОВ Петр Михайлович** – д.м.н., с.н.с., peter_ivanov_38@mail.ru; **ГОЛЬДЕРОВА Айтилина Семеновна** – д.м.н., проф. ФТИ СВФУ им. М.К. Аммосова, hoto68@mail.ru, **САЗОНОВ Николай Никитич** – д.б.н., БГФ, СВФУ им. М.К. Аммосова, nn.sazonov@s-vfu.ru.

Таблица 1

Характеристика обследованного населения по возрасту и полу

Населенный пункт, район РС(Я)	ИНФ	Всего обследовано	Мужчины / женщины	Средний возраст, лет
п. Магарас, Горный район	низкая нагрузка	54	10 / 44	42,00 ± 10,45
п. Модут, Намский район	средняя нагрузка	119	41 / 78	45,82 ± 11,65
п. Саскылах, Анабарский район	пониженная нагрузка	135	37 / 98	48,26 ± 13,33
п. Нелемное, Верхнеколымский	повышенная нагрузка	138	50 / 88	44,45 ± 13,6
п. Витим, Ленский район	высокая нагрузка	65	11 / 54	46,52 ± 14,67
п. Томмот, Алданский район	высокая нагрузка	164	65 / 99	44,23 ± 11,40

техногенных нарушений (горная масса, извлекаемая из недр земли, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, сбросы загрязняющих сточных вод): Горный район относится к районам с низкой нагрузкой (I), Анабарский – с пониженной (II), Намский – со средней (III), Верхнеколымский – с повышенной (IV), Алданский и Ленский районы – с высокой нагрузкой (VI, V) (табл.1).

Кровь для лабораторных исследований забирали из локтевой вены в утренние часы натощак. Для выявления групп риска по онкопатологическим состояниям нами были определены иммуноферментным методом концентрации онкомаркеров: альфа-фетопротеин (АФП), раково-эмбриональный антиген (РЭА), для мужчин простат-специфический антиген (ПСА), для женщин СА-125 в сыворотке крови с помощью тест-наборов фирмы «Вектор-Бест» (Новосибирск, Россия).

Данные о химическом составе воды, взятой из водоемов и употребляемой жителями в питьевых целях (р. Матта – п. Магарас Горного района; в районе водозабора р. Лена – п. Модут Намского района; ООПТ р/р «Бассейн Ясачная» – п. Нелемное Верхнеколымского района; р. Пеледуй – п. Витим Ленского района, р. Алдан – п. Томмот Алданского района), были предоставлены Управлением гидрометеорологической службы РС(Я).

Исследование было одобрено решением локального этического комитета при ФГБНУ «ЯНЦ КМП» и выполнено с информированного согласия испытуемых в соответствии с этическими нормами Хельсинской декларации (2000 г). Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета прикладных программ SPSS Statistics 19. Нормальность распределения количественных показателей проверялась с использованием критерия Колмогорова-Смирнова. Применяли стандартные методы вариационной статистики: вычисление средних величин, стандартное отклонение. Данные в таблице представлены в виде $M \pm \sigma$, где M – средняя, σ – стандартное от-

клонение. Для изучения связей между переменными использовалась процедура парного корреляционного метода с использованием критериев Спирмена (для переменных, измеренных в ранговой шкале), где r – коэффициент корреляции, p – значимость результата. При сравнении количественных показателей групп значимость различий оценивали с помощью t -критерия Стьюдента при нормальном распределении и критерия Манна-Уитни при ненормальном распределении. Результаты считались статистически значимыми при величинах достигнутого уровня значимости $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Были проанализированы данные опроса (отклик – 94,2%), при котором на вопрос: «Чаще всего, какую воду употребляете в питьевых целях?» респондент выбирал 4 варианта ответа (1 – вода из заготовленного льда, 2 – фасованная, 3 – фильтрованная, 4 – неочищенная). Анализ данных опроса показал различный характер ответов, имеющих общие тенденции в зависимости от места жительства. Так, 54,1% из всех обследованных лиц в питьевых целях употребляют неочищенную воду, 23,6 – талую, 20,1 – фильтрованную и только 2,3% – фасованную воду.

Жители Арктической зоны (Верхнеколымский и Анабарский районы) употребляют в основном неочищен-

ную воду (91,2 и 59,5% соответственно), центральных районов (Намский и Горный), где нет централизованного водоснабжения, – пьют воду из заготовленного льда из озер и рек (58 и 92,6%, соответственно). В промышленных районах Якутии (Алданский, Ленский) доля лиц, употребляющих фасованную или фильтрованную воду, намного выше, чем в других районах, что косвенно указывает на низкое качество воды. Однако в Алданском районе преобладает доля лиц, употребляющих неочищенную воду (61,5%) (рис.1).

Жесткость воды в данных населенных пунктах указывает на существенные различия между собой: очень мягкая вода отмечается в Горном (0,8 ммоль/л) и Анабарском районах (0,9 ммоль/л). В Ленском районе значение жесткости воды самое высокое (7,86 ммоль/л), вода здесь почти негодна к употреблению в питьевых целях. Из шести обследованных районов только в трех (Намский, Верхнеколымский, Алданский) уровень жесткости воды соответствовал норме (от 1,5 до 7 ммоль/л) (рис. 2).

Несомненно, высокий показатель жесткости воды в р. Пеледуй обусловлен высокой концентрацией хлоридов (1,58ГДК), сульфатов (2,8ГДК), натрия (2,4ГДК), меди (1,6ГДК) и марганца (2,5ГДК), а содержание стронция, от-

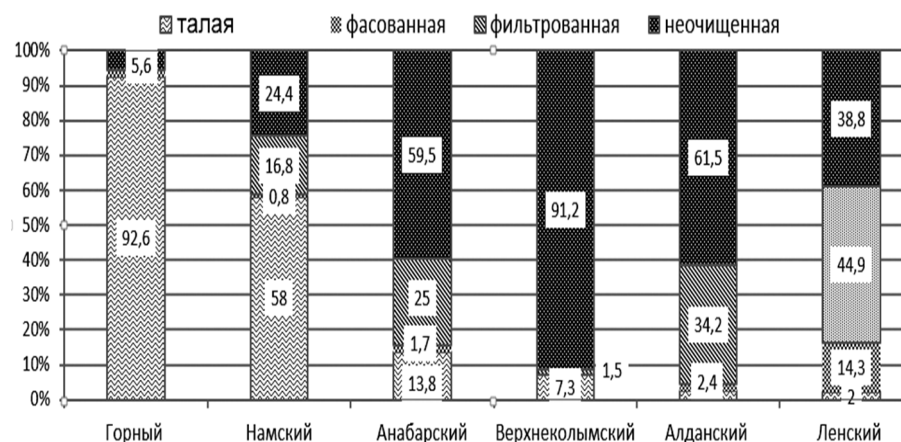


Рис.1. Распределение обследованных лиц в зависимости от вида употребляемой в питьевых целях воды

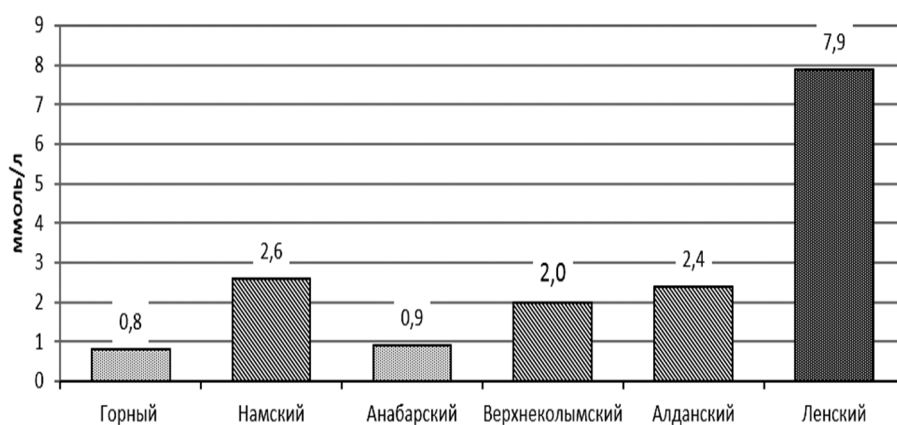


Рис.2. Показатели жесткости воды в обследованных населенных пунктах

Уровень онкомаркеров у жителей в зависимости от жесткости воды

Таблица 2

Онкомаркер	1-я группа (мягкая вода)	2-я группа (нормальная вода)	3-я группа (жесткая вода)	P
Альфа-фетопроtein (АФП); 0-10 пг/мл	6,65±0,34	7,41±0,16	7,63±0,35	0,045 ^{1,2} 0,047 ^{1,3}
Раково-эмбриональный антиген (РЭА); 0-5 пг/мл	2,26±0,10	3,12±0,08	3,77±0,12	0,000 ^{1,2} 0,000 ^{1,3} 0,003 ^{2,3}
Простат-специфический антиген (ПСА); 0,3-4,0 пг/мл	1,07±0,09	2,25±0,11	2,27±0,50	0,000 ^{1,2} 0,039 ^{1,3}
СА-125; 0-35 пг/мл	14,14±1,66	25,2±0,73	15,71±0,95	0,000 ^{1,2} 0,000 ^{2,3}

носящегося к 3-му классу опасности, превышает ПДК в 3,9 раза. Следует отметить, что концентрации кальция и магния в р. Пеледуй оказались наиболее высокими по сравнению с показателями других районов, хотя превышение верхних границ ПДК не отмечается.

Проведенный корреляционный анализ химических веществ жесткости воды установил сильные положительные корреляционные связи с концентрацией хлоридов ($r=0,969$; $p=0,000$), кальция ($r=0,889$; $p=0,000$), сульфатов ($r=0,848$; $p=0,000$) и магния ($r=0,860$; $p=0,000$), отрицательные – с концентрацией железа ($r=-0,746$; $p=0,000$) и свинца ($r=-0,562$; $p=0,000$).

В дальнейшем для установления значимых взаимосвязей жесткости воды с параметрами крови было проведено ранжирование: в 1-ю группу вошли жители районов с мягкой водой (Горный, $n=189$), 2-ю – нормальной жесткости (Намский, Анабарский, Верхнеколымский и Алданский, $n=421$), 3-ю – с жесткой водой (Ленский район; $n=65$). Проведенный корреляционный анализ установил значимые прямые корреляционные связи повышения жесткости воды с уровнем онкомаркеров: АФП ($r=0,134$; $p=0,000$), РЭА ($r=0,211$; $p=0,000$), ПСА ($r=0,360$;

$p=0,000$) и СА-125 ($r=0,290$; $p=0,000$) (табл. 2).

Опухолевые маркеры, экспрессируемые низкодифференцируемыми клетками, ассоциируются не только с опухолью, но также и наличием химических, токсичных факторов окружающей среды. РЭА служит признаком злокачественного роста любой природы и локализации и является неспецифическим маркером к какому-либо виду опухолей, отражает общий канцерогенный фон организма. При регулярном употреблении жесткой воды возрастает опасность различных заболеваний внутренних органов, в первую очередь, печени и почек [5].

Таким образом, полученные нами результаты указывают на то, что у жителей, употребляющих в питьевых целях загрязненную химическими веществами жесткую воду, повышается онкологический риск.

Выводы.

1. 54,1% жителей районов из всех обследованных в питьевых целях употребляют неочищенную воду, 23,6 – талую, 20,1 – фильтрованную и только 2,3% – фасованную воду.

2. Жесткость воды в обследованных населенных пунктах указывает на существенные различия между собой: очень мягкая вода отмечается

в Горном и Анабарском районах. В Ленском – значение жесткости воды самое высокое, вода почти непригодна к употреблению в питьевых целях. Из шести обследованных районов только в трех (Намский, Верхнеколымский, Алданский) уровень жесткости воды соответствовал норме.

3. Проведенный корреляционный анализ установил значимые прямые корреляционные связи повышения жесткости воды с уровнем онкомаркеров: АФП ($r=0,134$; $p=0,000$), РЭА ($r=0,211$; $p=0,000$), ПСА ($r=0,360$;

Литература

$p=0,000$) и СА-125 ($r=0,290$; $p=0,000$).

1. Бурцева Е.И. Геоэкологические аспекты развития Якутии / Е.И. Бурцева, Е.И. Петушкова. – Новосибирск: Наука, 2006. – 269 с.

Burtseva E.I. Geoeological aspects of the development of Yakutia / E.I. Burtseva, E.I. Petushkova. – Novosibirsk: Science 2006. – P.269.

2. Иванов П.М. Злокачественные новообразования в Якутии в начале третьего тысячелетия / П.М. Иванов, М.И. Томский, Н.С. Киприянова. – Якутск: «Смил-Мастер. Полиграфия», 2012. – 168 с.

Ivanov P.M. Malignant neoplasms in Yakutia at the beginning of the third millennium. / P.M. Ivanov, M.I. Tomsy, N.S. Kipriyanov. – Yakutsk: «Smik-Master. Polygraphy», – 2012. – 168 p.

3. Лаптева Н.И. Экологическое состояние поверхностных вод: учеб. пособие / Н.И. Лаптева. – М.: Академия, 2001. – С.20-25.

Lapteva N.I. Ecological state of surface waters: textbooks, manual / N.I. Lapteva. – M.: Academy, 2001. – P.20-25.

4. Михеева Г.Х. Загрязнение окружающей среды фактор риска формирования заболеваемости онкологической патологией в Ульяновской области / Г.Х. Михеева, И.Г. Гатауллин, Р.Г. Биктемирова // Тюменский медицинский журнал. – 2012. – №4. – С. 20-22.

Mikheeva G.Kh. Pollution of the environment is a risk factor for the formation of the incidence of oncological pathology in the Ulyanovsk region / G.Kh. Mikheeva, I.G. Gataullin, R.G. Biktemirova // Tyumen medical journal. – 2012. – №4. – P. 20-22.

5. Туровский Б.В. Опасные и вредные примеси природных и питьевых вод. / Б.В. Туровский, Т.А. Инюкина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – №102. – С. 432-445.

Turovsky B.V. Dangerous and harmful impurities of natural and drinking waters / B.V. Turovsky, T.A. Inyukina // The Political Network Electronic Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University. – 2014. – №102. – С.432-445.

6. Экологическая ситуация в золотодобывающей промышленности Республики Саха (Якутия) / М.Н.Аммосова [и др.]. // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. – 2014. – №15. – С.21-25.

Ecological situation in the gold mining industry of the Republic of Sakha (Yakutia) / M.N. Ammosova [et al.]. // Fundamental and applied research: problems and results. – 2014. – №15. – P.21-25.