

УДК 614.7:575

**ИЗУЧЕНИЕ СПЕКТРА КАРИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В НАЦИОНАЛЬНЫХ
СЕЛАХ НЕФТЕГАЗОНОСНОГО НАДЫМСКОГО РАЙОНА
ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА**

Агбальян Е.В., Шинкарук Е.В.

ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», Салехард, e-mail: agbelena@yandex.ru

Изучено качество питьевой воды коренных жителей тундры и национальных сел Надымского района ЯНАО. Показано, что питьевая вода в национальных селах не соответствует гигиеническим требованиям по содержанию железа, марганца и кремния, повышенные концентрации которых обусловлены природными факторами. Талая вода из реки Ид-Яха (Ныдинская тундра) характеризуется высокими концентрациями нефтепродуктов и не может быть использована в питьевых целях. Индикатором качества среды обитания выступает клетка буккального эпителия человека, спектр кариологических показателей. Исследование цитогенетического статуса указывает на низкий уровень цитогенетических повреждений при интенсификации апоптоза у коренного малочисленного населения ЯНАО, ведущего кочевой образ жизни в местах активной добычи и транспортировки нефти.

Ключевые слова: питьевая вода, коренное население, кариологические показатели, цитогенетические повреждения, апоптоз

**STUDY OF SPECTRUM KARYOLOGICAL INDICATORS IN ASSESSING
THE QUALITY OF DRINKING WATER IN INDIGENOUS VILLAGES OIL
AND GAS BEARING NADYM REGION YAMAL-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT**

Agbalyan E.V., Shinkaruk E.V.

Scientific Research Center of the Arctic, Salekhard, e-mail: agbelena@yandex.ru

Studied the quality of drinking water indigenous tundra and native villages Nadym region YaNAO. It has been shown that drinking water in rural areas does not meet the national hygiene requirements on the content of iron, manganese and silicon, which are due to elevated concentrations of natural factors. Melt water from the river Eid Yaha (Nydinskoye Tundra) is characterized by high concentrations of mineral oil and can not be used for drinking purposes. An indicator of the quality of the environment in favor of human buccal cells, karyological range of indicators. Research cytogenetic status indicates a low level of cytogenetic damage and the intensification of apoptosis in a small indigenous population YaNAO leading a nomadic life in the field of active oil extraction and transportation.

Keywords: drinking water, indigenous peoples, karyological indicators, cytogenetic damage, apoptosis

Ныда, Кутопьюган, Нори – национальные села Надымского района, в которых проживают представители коренных малочисленных народов Севера, главным образом ненцы. Села немногочисленны, в самом крупном из них селе Ныда численность населения составляет не более двух тысяч человек.

Села Ныда и Кутопьюган расположены на побережье Обской губы в субарктической тундровой зоне с резко континентальным и суровым климатом. Село Нори находится на берегу реки Правый Ярудей. Геокриологические условия зоны тундры характеризуются сплошным распространением мерзлых горных пород. Геологическая среда представлена глинистыми, глинисто-кремнистыми сланцами, песчаниками и алевритами. Осадочные сложения состоят из песчано-гравитных и глинистых пород, песка и суглинков с торфяниками [6].

Растительный покров представлен типичными для южных кустарниковых субарктических тундр ерниковыми и ив-

няково-ерниковыми сообществами с лишайниковым и моховым покровом, чередующимися с группами листовенных редколесий [1].

Основной отраслью сельскохозяйственного производства является оленеводство и звероводство, переработка продукции оленеводства.

Вокруг национальных сел расположены лицензионные участки по разработке и эксплуатации месторождений углеводородов. Юго-западнее села Ныда находится крупнейшее Медвежье газовое месторождение, которое разрабатывается с 1972 года, северо-восточнее села ведется промышленная эксплуатация Сандибинского нефтяного месторождения. Село Ныда расположено на Лензитском лицензионном участке, на котором начаты работы по освоению нефтяного месторождения.

Промышленное освоение углеводородных ресурсов в непосредственной близости с национальными поселками не может не

влиять на состояние окружающей среды. К факторам негативного воздействия относятся: загрязнение атмосферного воздуха выбросами, содержащими оксиды азота, оксид углерода, диоксида серы, бензин, керосин, сажу, загрязнение поверхностных и подземных вод нефтепродуктами, нарушение и загрязнение почвенного покрова строительными и шламовыми отходами, отработавшими изделиями из металла, технологическими и аварийными сбросами, химическими реагентами и буровыми растворами.

Все виды загрязнений в конечном итоге поступают в водную среду. Поверхностные воды являются основным источником водоснабжения жителей национальных поселков. Коренное сельское и кочевое население для питьевых целей использует воду из рек и озер, в зимний период – талый снег и лед. Химический состав и качество питьевой воды имеют высокую значимость в формировании здоровья населения. Процессы кумуляции, комплексообразования и трансформации химических соединений в воде с образованием более токсичных веществ могут создавать опасность для человека и выступать определяющим фактором высокого уровня неинфекционной заболеваемости.

Цель исследования – изучить цитогенетический статус коренных жителей национальных сел Надымского района на фоне потребления питьевой воды разного качества.

Материалы и методы исследования

Материалом послужили пробы воды нецентрализованного водоснабжения в селе Кутопьюган (река Кутопьюган и водозабор), пробы снега и льда, используемые в талом виде в качестве питьевой воды коренными кочевыми жителями Норинской и Ныдинской тундры. Отбор проб осуществлялся в соответствии с требованиями государственных стандартов: проба № 1 – питьевая снеговая вода (проба с Норинской тундры, в 25 км южнее села Нори); проба № 2 – питьевая снеговая вода (проба с реки Ид-Яха, в 80 км от села Ныда); проба № 3 – питьевая ледниковая талая вода (проба с реки Ид-Яха, в 80 км от села Ныда); проба № 4 – питьевая речная вода (река Кутопьюган); проба № 5 – питьевая вода (водозабор села Кутопьюган).

Химико-аналитические работы проводились в стационарной лаборатории качества вод, устойчивости водных экосистем и экотоксикологии и в сертифицированной Федеральной службой по аккредитации лаборатории экологических исследований Тюменского государственного университета. В пробах воды определялись следующие показатели: алюминий, аммиак и ионы аммония (по азоту), АПАВ (в пересчете на додецилсульфонат натрия), водородный показатель (рН), железо (общее), жесткость (общая), кадмий, кремний, марганец, медь, нефтепродукты, никель, окисляемость перманганатная, свинец, стронций,

фосфат-ион, хлор остаточный активный: свободный; связанный; хлорид-ион, хром, цинк, хлорорганические пестициды: а-ГХЦГ (1,2,3,4,5,6-гексахлорциклогексан), g-ГХЦГ (1,2,3,4,5,6-гексахлорциклогексан), 4,4'-ДДТ (4,4'-дихлордифенилтрихлорэтан), 4,4'-ДДЭ (4,4'-дихлордифенилдихлорэтилен), 2,4-Д (2,4 дихлорфеноксиуксусная кислота).

Оценка качества питьевых вод осуществлялась на основании СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения».

Цитогенетические исследования проведены на репрезентативной выборке из числа коренных жителей села Ныда и жителей, ведущих кочевой образ жизни в Ныдинской тундре. Выборка составила 40 человек, из них 20% мужчин и 80% женщин. Средний возраст обследованных составил $45,1 \pm 15,6$ лет. В исследование не включены лица, перенесшие вирусные инфекции в течение трех месяцев до сбора материала. Из числа обследованных лиц выделены две группы: группа 1 – коренные жители села, ведущие оседлый образ жизни, группа 2 – коренные жители, ведущие кочевой образ жизни в тундре. Группы сформированы на основе попарного отбора и не отличались по полу и возрасту.

Препараты эксфолиативных клеток буккального эпителия были подготовлены в соответствии с методическими рекомендациями Беляевой Н.Н. (2005) [3]. Окраска клеток осуществлялась 2,5% раствором ацеторсеина при 37°C в течение 1 ч, цитоплазму докрашивали 1% раствором светлого зеленого. Микрокопирование проводилось при увеличении $\times 1000$ на приборе Микромед 2. На каждом препарате анализировали 1000 клеток в соответствии с классификацией и критериями Л.П. Сычевой [7, 8].

Статистический анализ проводился с использованием программы Statistica v.8.0 и включал описание средних значений (M) и стандартных отклонений (SD), t-критерий Стьюдента, Манна – Уитни. При уровне $p < 0,05$ различия оценивались как статистически значимые.

Результаты исследования и их обсуждение

Реки Ныда, Правый Ярудей, Кутопьюган, Ид-Яха принадлежат бассейну Обской губы Карского моря. Качество поверхностных вод определяется характерными природными факторами севера Западной Сибири. Значительные показатели окисляемости и цветности связаны с высокими концентрациями в воде гуминовых кислот и железозооорганических соединений, типичных для поверхностных вод заболоченной тундры. Накопление ионов аммония связано с замедленными процессами нитрификации. Поверхностные воды маломинерализованные ультрапресные с низкой жесткостью. Воды преимущественно гидрокарбонатно-кальциевые и гидрокарбонатно-магниево-

Исследованные пробы талой воды имеют слабокислую реакцию среды (от 5,6 до 6,6), вода в реке Кутопьюган нейтральная (табл. 1). Талая вода имеет низкий показа-

тель общей жесткости – менее 0,1 мг-экв./л., речная вода – 1,5 мг-экв./л. Минимальное количество органических и минеральных веществ содержится в снеговой воде Норинской тундры. Концентрация аммонийного азота выше 1 мг/дм³ в снеговой воде Ныдинской тундры и в речной воде Кутопьюгана. Не соответствует требованиям СанПиН такой показатель качества питьевой воды, как концентрация нефтепродуктов в пробах № 2 и 3 из Ныдинской тундры (0,178 и 0,420 мг/дм³ против ПДК 0,1 мг/дм³).

Сумма всех тяжелых металлов в исследованных пробах талой воды была минимальной и составляла от 0,468 мг/дм³ в Норинской тундре до 0,610 мг/дм³ в Ныдинской тундре. Максимальная сумма концентраций металлов показана для воды водозабора села Кутопьюган. Концентрации никеля, хрома и меди на порядок выше в талой воде Норинской тундры в сравнении с аналогичными показателями других проб. Гигиенические нормативы превышены по железу и марганцу в питьевой воде села Кутопьюган. Концентрации железа и марганца максимальные на водозаборе села Кутопьюган и составляют соответственно 2,43

и 0,849 мг/дм³. Концентрации всех остальных изученных металлов не превышают ПДК.

Проба питьевой воды в селе Кутопьюган содержит значительное количество кремниевой кислоты (табл. 3) – 11,3 мг/дм³ при гигиеническом нормативе равном 10,0 мг/дм³.

Одной из глобальных угроз для человека и окружающей среды являются стойкие органические загрязнители. 12 органических соединений – девять хлорорганических пестицидов, полихлорированные бифенилы, полихлорированные дибензо-п-диоксины (ПХДД) и полихлорированные дибензофураны (ПХДФ) – даже в малых количествах способны вызывать множественные необратимые патологические процессы, проявлять генотоксичный, канцерогенный и иммунотоксичный эффекты [5]. Стойкие органические загрязнители трудно разрушаются и способны накапливаться и сохраняться в окружающей среде десятки лет. В арктической зоне аккумуляция стойких органических загрязнителей более высокая в связи низкими температурами и ограниченностью дальнейшего переноса трансграничными и межрегиональными потоками.

Таблица 1

Обобщенные показатели качества питьевой воды нецентрализованного водоснабжения в национальных селах Надымского района, Норинской и Ныдинской тундрах

Определяемый показатель	Проба № 1	Проба № 2	Проба № 3	Проба № 4	Проба № 5	ПДК
Водородный показатель, ед. рН	5,6	6,6	5,8	6,9	7,3	6–9
Жесткость общая, °Ж	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,5	2,21	7,0
Перманганатная окисляемость, мгО, дм ³	2,3	4,2	4,2	4,1	4,2	5,0
Аммиак и ионы аммония (по азоту), мг/дм ³	0,078	1,17	0,232	1,34	0,624	2,0
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,034	0,178	0,420	0,02	< 0,02	0,1
АПАВ, мг/дм ³	0,04	0,037	< 0,015	< 0,015	< 0,015	0,5

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в питьевой воде нецентрализованного водоснабжения в национальных селах Надымского района, Норинской и Ныдинской тундрах

Определяемый показатель	Проба № 1	Проба № 2	Проба № 3	Проба № 4	Проба № 5	ПДК
Железо, мг/дм³	< 0,1	0,232	0,266	2,41	2,43	0,3
Марганец, мг/дм³	0,078	0,099	0,078	0,208	0,849	0,1
Алюминий, мг/дм ³	< 0,01	0,019	0,0114	0,013	< 0,01	0,5
Никель, мг/дм ³	0,0133	0,00188	0,00182	0,0099	0,00318	0,1
Хром, мг/дм ³	0,00217	0,00118	< 0,001	0,00119	< 0,001	0,05
Кадмий, мг/дм ³	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	0,001
Медь, мг/дм ³	0,0083	0,0041	0,0008	0,00203	0,0012	1,0
Цинк, мг/дм ³	0,0063	< 0,0005	< 0,00050	0,0081	0,0045	5,0
Свинец, мг/дм ³	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	0,03
Стронций, мг/дм ³	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	7,0
Σ	0,468	0,608	0,610	2,902	3,549	14,081

Таблица 3

Концентрации вредных химических веществ в питьевой воде нецентрализованного водоснабжения в национальных селах Надымского района, Норинской и Ныдинской тундрах

Определяемый показатель	Проба № 1	Проба № 2	Проба № 3	Проба № 4	Проба № 5	ПДК
Хлорид-ион, мг/дм ³	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	350
Хлор остаточный активный свободный, мг/дм ³	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,3–0,5
Хлор остаточный активный связанный, мг/дм ³	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	0,8–1,2
Кремнекислота (в пересчете на кремний), мг/дм³	< 0,5	< 0,5	< 0,5	4,6	11,3	10
Фосфат-ион, мг/дм ³	0,017	0,054	0,014	0,034	0,175	3,5

Локальным источником загрязнения окружающей среды супертоксикантами выступают предприятия нефтегазовой отрасли. Достаточно большие запасы полихлорированных бифенилов, одного из самых распространенных из стойких органических загрязнителей, сосредоточены на предприятиях газовой промышленности (сотни тонн). Источником хлорсодержащих пестицидов является Тюменская область. Итоги инвентаризации выявили большие объемы запрещенных пестицидов в Тюменской области, которые поступают на территорию ЯНАО водным переносом по Оби.

Концентрации хлорорганических пестицидов: а-ГХЦГ (1,2,3,4,5,6-гексахлорциклогексан), g-ГХЦГ (1,2,3,4,5,6-гексахлорциклогексан), 4,4'-ДДТ (4,4'-дихлордифенилтрихлорэтан), 4,4'-ДДЭ (4,4'-дихлордифенил-дихлорэтилен) во всех пробах воды были менее 0,0001 мг/дм³, а содержание 2,4-Д (2,4 дихлорфеноксиуксусная кислота) не превышало 0,003 мг/дм³. В питьевой воде концентрации определяемых стойких органических загрязнителей соответствовали нормативам, рекомендованным ВОЗ (табл. 4).

Таким образом, исследованные пробы питьевой вода нецентрализованного водоснабжения села Кутопьюган не соответствуют требованиям СанПиН по содержанию вредных химических веществ: железу, марганцу и активированной кремнекислоте. Питьевая талая вода в Ныдинской тундре

может представлять угрозу для здоровья населения в связи с высокими концентрациями нефтепродуктов.

Техногенные потоки нефтяных углеводородов относятся к числу наиболее распространенных и опасных веществ, загрязняющих природные среды. Их неблагоприятное воздействие сказывается на организме человека, животном мире, растительности, физическом, химическом и биологическом состоянии почвы. Входящие в состав нефтепродуктов низкомолекулярные алифатические, нафтеновые и особенно ароматические углеводороды оказывают токсическое действие.

Чувствительным индикатором воздействия на организм человека негативных факторов среды, химических загрязнителей является клетка и её ядро [4, 2]. При микроскопическом исследовании клеток буккального эпителия оседлых жителей села Ныда и коренных кочевых жителей Ныдинской тундры наблюдались выраженные различия. На фоне более высокой распространенности цитогенетических нарушений у кочевых жителей тундры показана активация деструктивных процессов в клетке. Частота клеток с протрузиями выше у кочевых коренных жителей и равна $0,8 \pm 0,633 \%$ против $0,4 \pm 0,447 \%$ аналогичного показателя для экфолиативных клеток жителей села (фоновые величины составляют $0,29 \pm 0,03$ [8]) (рис. 1).

Таблица 4

Концентрация органических веществ в питьевой воде нецентрализованного водоснабжения в национальных селах Надымского района, Норинской и Ныдинской тундрах

Определяемый показатель	Проба № 1	Проба № 2	Проба № 3	Проба № 4	ПДК
α – ГХЦГ, мг/дм ³	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	–
γ – ГХЦГ (линдан), мг/дм ³	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,002
ДДТ (сумма изомеров), мг/дм ³	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,002
ДДЭ, мг/дм ³	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	–
2,4 – Д, мг/дм ³	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,03

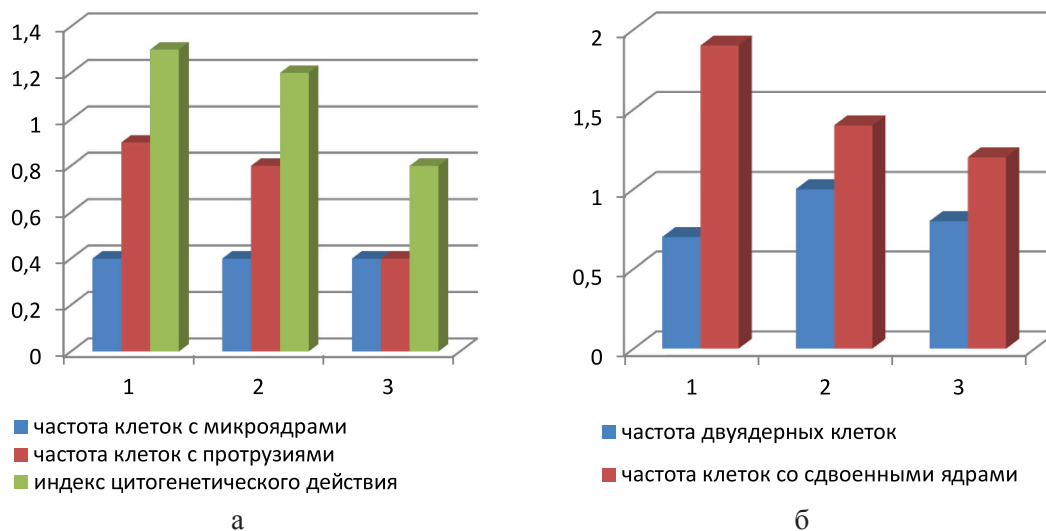


Рис. 1. Распространенность цитогенетических нарушений (а) и показатели пролиферации (б) эксфолиативных клеток у жителей села Ныда и Ныдинской тундры в %:

1 – средние показатели всех обследованных коренных жителей;
 2 – средние показатели коренных жителей, ведущих кочевой образ жизни в Ныдинской тундре;
 3 – средние показатели коренных жителей села

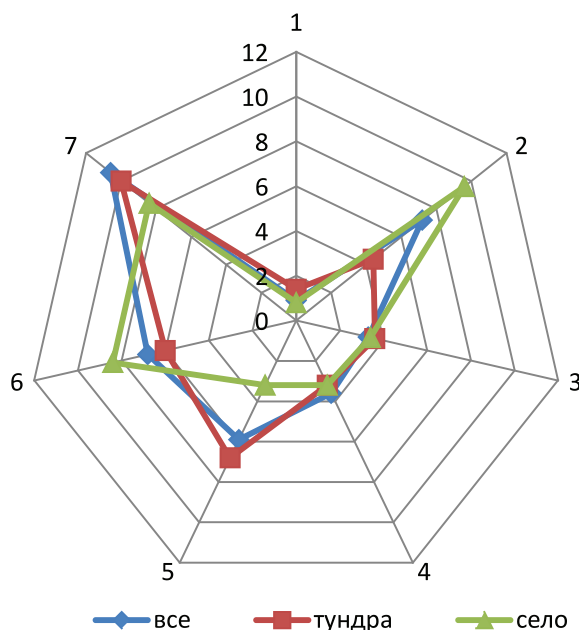


Рис. 2. Показатели деструкции ядра эксфолиативных клеток жителей села Ныда и Ныдинской тундры в %:

1 – частота клеток с повреждением кариолеммы; 2 – частота клеток с перинуклеарной вакуолью; 3 – частота клеток с началом кариолизиса;
 4 – частота клеток с конденсацией хроматина; 5 – частота клеток с кароикнозом;
 6 – частота клеток с кариорексисом; 7 – частота клеток с полным кариолизисом

Эксфолиативные клетки коренных кочевых жителей характеризуются интенсивностью пролиферативных процессов. Клетки со сдвоенными ядрами и двуядерные клетки у них встречаются чаще. Доля двуядерных клеток у кочевых жителей составила

$1,0 \pm 1,155 \%$, тогда как у сельских жителей была равна $0,8 \pm 0,683 \%$, не превышая фоновых значений $1,06 \pm 0,07 \%$. Частота встречаемости клеток со сдвоенными ядрами у жителей Ныдинской тундры на 16,7% выше, чем у оседлых коренных жителей

($1,4 \pm 1,238 \%$ против $1,2 \pm 0,894 \%$ при фоновых уровнях $1,70 \pm 0,09 \%$).

Показатели некроза несколько выше у коренных жителей, ведущих оседлый образ жизни, что проявляется в более значимой доле клеток с перинуклеарной вакуолью, равной $9,6 \pm 7,132 \%$, по сравнению с аналогичным показателем группы сравнения (рис. 2). Интенсивность апоптоза клеток буккального эпителия выше у коренных жителей, сохранивших традиции природопользования. Частота клеток с кариопикнозом ($6,8 \pm 1,770 \%$ и $3,2 \pm 1,770 \%$, $p < 0,05$) и полным кариолизисом ($10,0 \pm 5,386 \%$ и $8,4 \pm 5,616 \%$, $p > 0,05$), приводящих к гибели измененной клетки, выше в группе обследованных жителей Ныдинской тундры.

Выводы

Качество окружающей среды в ЯНАО напрямую зависит от эффективной экологической политики нефтегазодобывающих компаний. Наиболее уязвимы к загрязнению природных сред коренные жители, сохранившие практику традиционных отраслей хозяйствования. Быстрая аккумуляция техногенных загрязнителей в природных средах представляет серьезную угрозу для здоровья коренного населения.

Проведенное исследование показало, что качество питьевой воды в национальных селах не соответствует гигиеническим требованиям по содержанию железа, марганца и кремния, повышенные концентрации которых обусловлены природными факторами. Талая снеговая вода из Норинской тундры не содержит исследованных вредных веществ. Талая вода из реки Ид-Яха (Ныдинская тундра) характеризуется высокими концентра-

циями нефтепродуктов и не может быть использована в питьевых целях.

Исследование цитогенетического статуса коренного малочисленного населения показало низкий уровень цитогенетических повреждений и нормальные пролиферативные процессы в клетках буккального эпителия. Оценка кариологических показателей апоптоза указывает на интенсификацию процесса удаления поврежденных клеток из организма. Исследование необходимо продолжить для получения надежного научного обоснования цитогенетических рисков для коренного малочисленного населения ЯНАО, ведущего кочевой образ жизни в местах активной добычи и транспортировки нефти.

Список литературы

1. Ильина И.С., Лапшина Е.И., Лавренко Н.Н. Растительный покров Западно-Сибирской равнины. – Новосибирск: Нака, 1985. – 251 с.
2. Лушников Е.Ф., Абросимов А.Ю. Гибель клетки (апоптоз). – М.: Медицина, 2001. – 192 с.
3. Оценка цитологического и цитогенетического статуса слизистых оболочек полости носа и рта у человека: методические рекомендации // Научный совет РАМН и МЗ и СР по экологии человека и гигиене окружающей среды. – М., 2005. – 37 с.
4. Полиорганный микроядерный тест в эколого-гигиенических исследованиях / под ред. Ю.А. Рахманина, Л.П. Сычевой. – М.: Гениус, 2007. – 312 с.
5. Ревич Б.А. Экологическая эпидемиология: учебник для высш. учеб. заведений / Б.А. Ревич, С.Л. Авалиани, Г.И. Тихонова; под ред. Б.А. Ревича. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 384 с.
6. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1981. – 143 с.
7. Сычева Л.П. Биологическое значение, критерии определения и пределы варьирования полного спектра кариологических показателей при оценке цитогенетического статуса человека // Медицинская генетика. – 2007. – № 11. – С. 3–11.
8. Сычева Л.П. Цитогенетический мониторинг для оценки безопасности среды обитания человека // Гигиена и санитария. – 2012. – № 6. – С. 68–72.