

© С.Н. ГАШЕВ, Т.И. МОИСЕЕНКО

*gsn-61@mail.ru, moiseenko@geokhi.ru*

УДК 581.5

**ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ И РАДИОНУКЛИДЫ  
КАК ФАКТОР РИСКА ДЛЯ БИОТЫ  
В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ\***

*АННОТАЦИЯ.* В статье приводятся данные по накоплению тяжелых металлов и радионуклидов в организмах растений (мхи) и животных (полевки) на территориях, подверженных интенсивной добыче нефти, а также в контроле — на фоновых участках в пределах Тюменской области. Показано повышение уровня радиации в промышленных областях Западной Сибири, связанное как с извлечением радионуклидов на поверхность в этих районах, так и с трансграничным переносом их с сопредельных территорий. Загрязнение тяжелыми металлами и радионуклидами, а также повышение уровня радиации представляют дополнительный риск для развития биологических и экологических систем. Рекомендуется использование показателей по накоплению тяжелых металлов и радионуклидов в организмах растений и животных в региональном экологическом мониторинге Тюменской области.

*SUMMARY.* In article data on accumulation of heavy metals and radionuclides are provided in organisms of plants (mosses) and animals (vole) in the territories subject to intensive oil production, and also in control — on background sites within the Tyumen region. Radiation level increase in industrial areas of Western Siberia, connected as with extraction of radionuclides on a surface in these areas, and with their cross-border transfer from adjacent territories is shown. Pollution by heavy metals and radionuclides, together with increase of a radiation level represents additional risk for development of biological and ecological systems. Use of indicators on accumulation of heavy metals and radionuclides in organisms of plants and animals in regional environmental monitoring of the Tyumen region is recommended.

*КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА.* Поллютанты, тяжелые металлы, радионуклиды, экосистемы, мониторинг.

*KEY WORDS.* Pollutants, heavy metals, radionuclides, ecosystems, monitoring.

**Введение.** Содержание тяжелых металлов (V, Ni, Ti, U, Zn, Pb, Cd, Cu и др.) в шерсти, скелете и т.д. [1], [2], [3], [4] и др., учитывая их высокую физиологическую значимость, рассматривается нами как один из показателей в рамках экологического мониторинга [5], [6], при этом особый интерес представляет накопление в тканях некоторых видов радионуклидов, которые могут приводить к возникновению локальных очагов радиоактивного заражения в местах ско-

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Правительства Российской Федерации, постановление № 220 от 9 апреля 2010 г. «О мерах по привлечению ведущих ученых в российские образовательные учреждения высшего профессионального образования» (договор № 11.G34.31.0036 от 25.11.2010 г.).

пления животных (например, рукокрылых) [7] и имеют следствием изменение ряда биохимических процессов [8].

В нефтедобывающих районах Тюменской области повышенное содержание ряда элементов связано с извлечением их на поверхность вместе с нефтью или с производственной деятельностью при нефтедобыче. Безусловно, степень загрязнения тяжелыми металлами территории месторождения зависит от числа и площади разливов на каждом из них [9], а также от состава нефти.

Смоли и асфальтены содержат основную часть микроэлементов нефти, в том числе почти все металлы. Общее содержание микроэлементов в нефти — сотые и десятые доли процента. С экологических позиций микро- и макроэлементы нефти можно разделить на две группы: нетоксичные и токсичные. К нетоксичным и малотоксичным элементам нефти относятся: Si, Fe, Al, Mn, Ca, Mg, составляющие большую часть золы нефти. В то же время V, Ni, Co, Pl, Cu, U, As, Hg и другие в случае повышенных концентраций могут оказывать токсическое воздействие на биоценоз. В частности, хроническая урановая интоксикация характеризуется поллитропным действием урана на различные органы и системы. Хорошо известно токсическое действие мышьяка и свинца. Среди токсичных металлов наиболее распространены V и Ni (концентрации их в нефти могут достигать соответственно 0,04 и 0,01%). Соединения этих элементов сырой нефти действуют как разнообразныя яды, угнетая ферментативную активность, поражая органы дыхания, кровообращения, нервную систему, кожу [10]. Токсическое действие тяжелых металлов охарактеризовано М.Д. Швайковой [11], а канцерогенность некоторых из них — в книге «Канцерогенные вещества» [12]. Обычно нефть содержит около 98% углеводородов, остальная часть приходится на соединения, в состав которых входят O, N, S и другие микроэлементы [13]. Соотношения указанных компонентов в различных типах сырых нефтей могут быть неодинаковы, это необходимо учитывать при проведении мониторинговых исследований в том или ином геолого-географическом районе. Так, например, ароматических углеводородов с одним кольцом больше в тяжелых, смолистых, сернистых нефтях, которые сосредоточены в Центральной части Западно-Сибирского нефтегазового района (с центром в г. Сургут), а полициклических аренов — в нефтях с меньшим содержанием тяжелых фракций, по периферии района. В отношении нафтенов имеет место скорее обратная зависимость [14]. Помимо действия, оказываемого на биогеоценозы нефтяными углеводородами, необходимо учитывать и действие на основные их компоненты и микроэлементов, которые в случае накопления их в организме могут оказывать существенное токсическое воздействие. Содержание многих микроэлементов в различных нефтях известно [14], [10], однако накопление их в растительных и животных организмах нефтедобывающих районов изучено явно недостаточно. Так, например, известны факты накопления ванадия в надземных, а в большей степени подземных частях растений на нефтезагрязненной территории [15]. Повышенные уровни железа, молибдена и меди определяли в скелете и органах оленьих хомячков, отловленных в районе нефтепромыслов [16].

Накопление тех или иных микроэлементов в живых организмах зависит не только от биологической роли каждого элемента, но носит и видоспецифичный характер, а у мелких млекопитающих зависит еще от возраста и пола зверьков [2], [17].

Таблица 1  
Содержание микроэлементов в надземной части зеленых мхов на нефтезагрязненной территории и в контроле  
(мг/кг золы)

	Al	Ba	V	Fe	Mn	Cu	Ni	Sn	Pb	Sr	Ti	Cr
Контроль	X	330	0.17	517	367	50	1.7	0.27	5.7	333	76.7	2.7
	m	33	0.09	235	66.7	1.2	0.3	0.15	1.3	333	23.3	0.9
Нефть	X	730	5.55	1500	467	18.3	6.0	1.17	20	2000	167	9.3
	m	384	4.75	287	120	6.0	2.1	0.17	5.8	500	66.7	0.7
Достоверность различий	Тф	1.04	1.12	2.64	0.73	2.17	2.04	4.07	2.42	2.78	1.27	5.97
	P<	—	—	—	—	—	—	0.05	—	0.05	—	0.01

Таблица 2  
Содержание микроэлементов в шкурках красных полевок на нефтезагрязненной территории и в контроле  
(мг/кг золы)

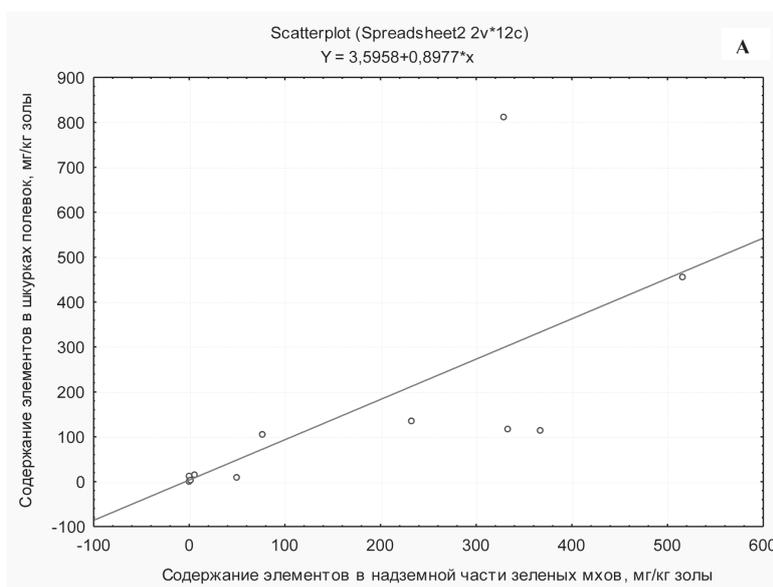
	Al	Ba	V	Fe	Mn	Cu	Ni	Sn	Pb	Sr	Ti	Cr
Контроль	X	809	11	453	114	7	1	0.3	13	117	104	2
	m	95	84	24	93	2	0.3	0.1	2	19	21	1
Нефть	X	2000	1	1667	300	30	4	0.5	30	50	117	5
	m	500	17	167	0	0	0.6	0	0	0	33	0
Достоверность различий	Тф	2.34	1.0	7.20	2.00	11.5	4.47	2.00	8.50	3.53	0.33	3.00
	P<	—	—	0.01	-	0.001	0.05	—	0.01	0.05	—	0.05

**Материалы и методы исследования.** Нами исследовано накопление 12 микроэлементов в надземной части зеленых мхов и шкурках красной полевки, взятых с нефтезагрязненной территории Аганского месторождения восьмилетней давности (табл. 1 и 2). Анализ содержания микроэлементов проводился в лаборатории судебной экспертизы Тюменского УВД методом лазерного эмиссионного микроспектрирования на приборе «ЛМА-10» фирмы «CARL ZEISS JENA».

**Обсуждение результатов.** Показано накопление на загрязненной территории в растениях Al, Ba, V, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr, Ti и Cr. Результаты анализа показали, что имеется четкая тенденция по большинству микроэлементов к накоплению их в надземных частях зеленых мхов в 2-4, а по стронцию — в 6 раз больше на загрязненной территории по сравнению с контролем. По олову, стронцию и хрому эти различия достоверны.

В шкурках красных полевок с нефтезагрязненной территории также имеется тенденция к накоплению большинства микроэлементов (Al, Ba, Fe, Mn, Cu, Ni, Sn, Pb, Ti, Cr) по сравнению с контролем, а по уровню железа, меди, никеля, свинца и хрома даже в 2,5-4 раза. Таким образом, животные с разлива нефти достоверно отличаются от контрольных по содержанию тяжелых металлов. В то же время уровень ванадия и стронция ниже у животных с нефтезагрязненной территории (при этом в растениях уровень ванадия в контроле намного ниже); это пока не находит приемлемого объяснения [5].

Таким образом, отмечается сопряженное накопление в надземной части мхов и в шкурках мохоядных красных полевок на нефтезагрязненной территории всех изученных элементов, кроме стронция, но при этом корреляция между этими показателями снижается при загрязнении по сравнению с условно фоновой территорией (рис. 1).



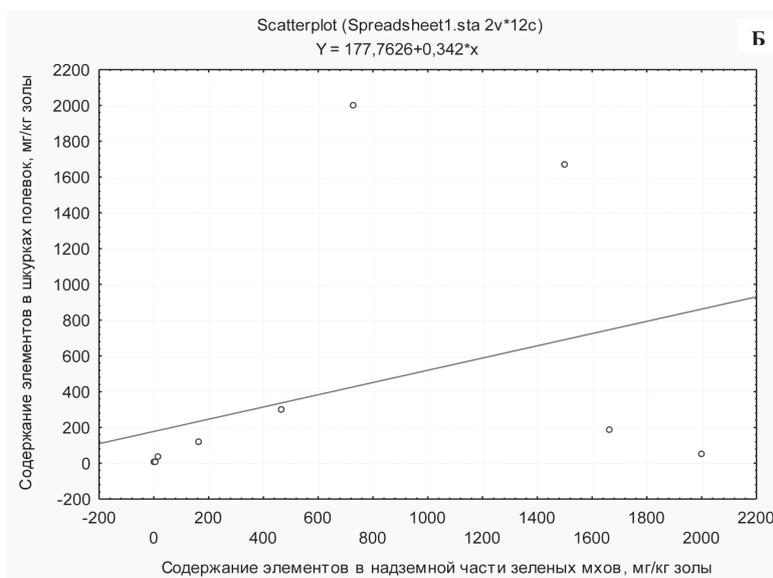


Рис. 1. Зависимость содержания исследуемых элементов в шкурках красной полевки от их содержания в надземной части зеленых мхов на условно фоновой территории (А) и на разливе нефти 8-летней давности (Б)

Наличие в нефти урана, как природного радионуклида, (содержание которого в различных типах нефтей колеблется в пределах двух порядков:  $n \times 10^{-4}$  —  $n \times 10^{-2}$  процентов, т.е. до 10-15 мг на 100 г нефти), а также стронция-90 и цезия-137, как радионуклидов, содержание которых в основном обусловлено деятельностью человека (включаясь в обменные процессы организмов, они накапливаются в пищевых цепях), приуроченных к смолисто-асфальтеновой фракции [10] или пластовым водам [18], в ряде случаев может приводить к повышению общего радиоактивного фона на территории, загрязненной нефтью по сравнению с контролем. Так, наши исследования показали, что суммарный уровень  $\gamma$  и  $\beta$ -излучения на нефтяных разливах Среднего Приобья составил  $17,9 \pm 0,5$  мкР/ч, что достоверно ( $P < 0,001$ ) выше среднего по месторождению, где он составляет  $14,5 \pm 0,3$  мкР/ч. Уровень же радиации в зонах факелов по сжиганию не утилизируемых компонентов нефти и газа выше фонового на 43% [19]. Отложения солей и шламов в устьях скважин с радионуклидами естественного происхождения радий-226, торий-232 и калий-40 определяют МЭД  $\gamma$ -излучения от 60 до 5600 мкР/ч [20]. Анализ изотопного состава в почвах выявляет явный избыток  $^{234}\text{U}$  над  $^{238}\text{U}$ , что объясняется привносом первого пластовыми водами. Отмечено накопление урана в надземных частях различных видов растений, в которых наблюдается превышение концентрации  $^{238}\text{U}$  по сравнению с  $^{234}\text{U}$  [18]. В семейство первого входят 19 исходных и дочерних радионуклидов, из которых на долю  $^{214}\text{Pb}$  и  $^{214}\text{Bi}$  приходится до 98% энергии  $\gamma$ -излучения всего уранового семейства. На Аганском, Вахском и Ватинском месторождениях отмечены целые куртины кипрея узколистного с совершенно белыми цветами, что может свидетельствовать об аномальном содержании урана в почвах этих районов. Накопление радиоактивных изотопов в растительности приводит к накоплению

их и в животных организмах, в частности, в организме мелких млекопитающих, обитающих на участках с повышенной радиоактивностью. Б.В. Тестов и А.И. Такаев [18] указывают на значительное накопление U в опорно-покровных тканях полевок-экономок. Хроническая урановая интоксикация характеризуется политропным действием урана на различные органы и системы. При длительном поступлении в организм труднорастворимых соединений урана, когда наблюдается биологическое действие его как  $\alpha$ -излучателя, может развиваться хроническая лучевая болезнь [21]. В клинике уранового отравления наряду с обширной патологией различных органов и систем ведущим является нарушение функции почек. При ингаляционном воздействии различных соединений урана (например, радия-226 и особенно радона-222), на которые приходится наибольшая доза облучения [18], наблюдаются выраженные симптомы легочной патологии. Кроме урана большое значение имеет и ряд тория-232, интенсивность  $\gamma$ -излучения в ряду которого распределена между изотопами таллия-208 (60%), актиния-228 (25%), свинца-212 и висмута-212 (15%) [22]. В результате выноса на дневную поверхность целого ряда естественных и антропогенных радионуклидов (радий-226, торий-232, калий-40, цезий-137, стронций-90 и др.) вблизи устьев скважин и в местах скопления нефтешламов на территории месторождений МЭД гамма-излучения достигает от 60 до 5600 мкР/ч (при фоне 9-11 мкР/ч и допустимой дозе 30 мкР/ч) [23]. Кроме того, сообщается о случаях естественного повышения радиационного фона до 48-52 мкР/час в геопатогенных зонах.

Нами получены данные по загрязнению долгоживущими искусственными радионуклидами растительных объектов в различных районах Тюменской области. Материал собирался в 2001 г. в 13 точках, объединенных в шесть пунктов, характеризующихся различной степенью антропогенной нагрузки (табл. 3). Для анализа отбирался мохово-лишайниковый покров, а также кора и ветви древесных растений. Химический анализ на содержание в образцах радионуклидов —  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  проведен М.Г. Нифонтовой (ИЭРИЖ УрО РАН, г. Екатеринбург). Результаты анализов приведены в табл. 3. Пункты отбора проб указаны в таблице в порядке увеличения антропогенной нагрузки. Для всех пунктов, кроме Тюмени, она связана с освоением нефтяных месторождений. Относительно слабая освоенность территории характерна для северо-восточной части области (Чертовская система озер). Наиболее значительную нагрузку испытывают природные комплексы Среднего Приобья (г. Нижневартовск), где находятся крупнейшие в области, длительно эксплуатируемые месторождения нефти.

Таблица 3

**Содержание радионуклидов в растительных объектах в разных пунктах Тюменской области (Бк/кг сухой массы)**

№	Пункт	Растительный объект	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$
1	Чертовы озера (Красноселькупский р-н)	Лишайники ( <i>Cladina stellaris</i> , <i>Cladina rangiferina</i> , <i>Cetraria islandica</i> )	35.0±5.00	80.0±10.00
2	п. Угут (Сургутский р-н)	Лишайники ( <i>Cladina stellaris</i> , <i>Cladina rangiferina</i> )	42.2±4.01	102.2±11.40
3	Муравленко (Пуровский р-н)	Лишайники ( <i>Cladina stellaris</i> , <i>Cladina arbuscula</i> )	50.0±10.00	95.0±25.00

Окончание табл. 3

4	п. Пунга (Советский р-н)	Лишайники ( <i>Cladina rangiferina</i> )	50.0±10.00	120.0±30.00
		Мхи сфагновые ( <i>Sphagnum sp.</i> )	55.0±5.00	145.0±25.00
		Мхи зеленые лесные ( <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Dicranum polysetum</i> )	60.0±20.00	120.0±50.00
		Мхи политриховые ( <i>Polytrichum commune</i> , <i>Polytrichum striatum</i> )	105.0±15.00	200.0±50.00
		Кора и ветви деревьев (сосна, осина, береза)	43.3±8.82	93.3±18.56
5	г. Нижневартовск	Лишайники ( <i>Cladina stellaris</i> , <i>Cladina arbuscula</i> , <i>Cladina rangiferina</i> , <i>Peltigera canina</i> )	62.5±7.50	220.0±56.57
		Кора и ветви деревьев (сосна, береза)	40.0±10.00	50.0±10.00
6	г. Тюмень	Лишайники ( <i>Cladina stellaris</i> , <i>Cladina arbuscula</i> , <i>Cladina rangiferina</i> )	40.0±5.77	146.7±31.80
		Мхи зеленые лесные ( <i>Pleurozium schreberi</i> и др.)	90.0±30.00	380.0±60.00
		Мхи политриховые ( <i>Polytrichum sp.</i> )	70.0±20.00	650.0±90.00
		Кора и ветви деревьев (сосна, береза)	30.0±10.00	230.0±30.00

Своеобразие антропогенного влияния на биоценозы в южной зоне области (г. Тюмень) обусловлено сформировавшимся здесь агропромышленным комплексом. Растительные организмы, особенно мохово-лишайниковый покров, часто служат индикаторами радиоактивного загрязнения территории. Для Урало-Сибирского региона уровни радиоактивного загрязнения лишайников и мхов преимущественно определяются поступлением долгоживущих радионуклидов в составе глобальных выпадений [24].

Однако из данных таблицы видно, что содержание исследуемых радионуклидов в лишайниках на нефтеносных территориях севера области имеет достаточно четкую тенденцию к увеличению по мере роста антропогенной нагрузки. Так, содержание  $^{137}\text{Cs}$  в лишайниках у г. Нижневартовска в 2,8 раза превышает аналогичный показатель для района Чертовых озер,  $^{90}\text{Sr}$  — в 1,8 раза. При этом меняется и соотношение радионуклидов  $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$  в растительных образцах за счет увеличения накопленного растениями цезия. Если на большей части исследованных участков это соотношение колеблется в пределах 1.9-2.4 ед., то у г. Нижневартовска составляет — 3.5 ед., что более чем в 2 раза превышает значение этого показателя в глобальных атмосферных выпадениях -1.6-1.7 ед. [25]. Повышенные показатели загрязнения лишайникового покрова искусственными радионуклидами у г. Нижневартовска могут быть связаны с проведением в районе Среднего Приобья в начале 1980-х гг. серии подземных ядерных взрывов с целью сейсмозондирования и повышения нефтеотдачи пластов. При одном из взрывов (на Средне-Балыкском месторождении нефти)

произошел мощный выброс радионуклидов на поверхность и загрязнение территории [26]. В настоящее время у объектов, образовавшихся в результате подземных взрывов, нет владельца, и возможность поступления радиоактивных газов на поверхность через негерметичные скважины никем не контролируется. По данным Нижневартковского комитета по охране окружающей среды, в районе не отмечается накопление и концентрирование радионуклидов и другими видами растений и грибов. Так, концентрация радиоактивных изотопов  $^{137}\text{Cs}$  при проведении санитарного контроля партии сушеных грибов, собранных в районе протоки Чахломей, составила 1542 Бк/кг, что превышает допустимый уровень содержания в 2,6 раза.

В качестве общей тенденции при сравнении исследованных растительных объектов, взятых из одного географического пункта, отмечается наиболее интенсивное накопление радионуклидов во мхах, наименее интенсивное — в коре и ветвях деревьев, что подтверждает существующие на этот счет литературные данные. Мхи разной таксономической принадлежности также отличаются между собой по интенсивности накопления радионуклидов. Наиболее высокие показатели накопления как по  $^{90}\text{Sr}$ , так и по  $^{137}\text{Cs}$  отмечены для политриховых мхов.

Особенностью южной зоны области являются более высокие показатели накопления  $^{137}\text{Cs}$  во всех растительных объектах по сравнению с северными территориями. Так, содержание  $^{137}\text{Cs}$  в зеленых, политриховых мхах и коре деревьев в районе г. Тюмени выше аналогичных показателей северных территорий (п. Пунга) соответственно в 3,2; 3,3; 2,5 раза. Соотношение  $^{137}\text{Cs} / ^{90}\text{Sr}$  у г. Тюмени в растительных образцах находится в диапазоне от 3,7 ед. в лишайниках до 9,2 ед. в политриховых мхах, что указывает на наличие действующего источника радионуклидного загрязнения территории помимо глобальных атмосферных выпадений. Такими источниками, вероятно, могут быть инциденты на ядерных комплексах в соседних с Тюменской областью субъектах федерации: на ПО «Маяк» в Челябинской области (август 1993 г.), на Белоярской АЭС в Свердловской области (октябрь 1993 г.). Возможны также отголоски «восточного» следа чернобыльских выпадений, который имел направление ЧАЭС-Пенза-Екатеринбург-Тюмень [27].

Повышенное содержание радионуклидов в нефтедобывающих районах территории Тюменской области, безусловно, способствует повышению радиационного фона. Наряду с эндогенными причинами осложнения радиационной обстановки необходимо отметить и ее экзогенную составляющую, обусловленную и техногенными потоками (как воздушными, так и водными) с сопредельных территорий, которые привносят радиоактивное загрязнение от предприятий и полигонов: ПО «Маяк» в г. Челябинск-65, Сибирский химический комбинат в г. Томск-7, Екатеринбургский узел (Малышевское рудоуправление, Белоярская АЭС, Уральский электрохимический завод г. Екатеринбурга, заводы в г. Свердловск 44, 45), заводы по производству и обогащению урана г. Новосибирска, полигоны ядерных испытаний Семипалатинск-21 и «Новая Земля» и т.д. [28]. Кроме того, в южных административных районах области известны захоронения радиоактивных отходов, завезенных из Северного Казахстана, являющихся источниками вторичного радиоактивного загрязнения. Определенную опасность

для биоты представляют и строительные материалы, включающие в себя естественные радионуклиды в повышенных количествах

Все это диктует настоятельную потребность изучения радиационной обстановки не только в Тюменской области, но и в приграничных районах, а также вызывает необходимость проведения специализированных мониторинговых исследований по накоплению радионуклидов в живых объектах (растения, животные и микроорганизмы), которые вносят существенный вклад в общий радиационный фон региона.

В течение 1988-98 гг. нами проведены радиационные исследования в тундровой, лесотундровой, северотаежной, среднетаежной и южнотаежной зонах Западной Сибири [29], [30], [31], которыми были охвачены как фоновые биотопы, так и ландшафты, подвергшиеся в разной степени антропогенному воздействию (строительство, нефтегазодобыча, аварийные ситуации на спецпроизводствах и т.д.). Определение уровня  $\gamma$  и  $\beta$ -излучения проводилось с использованием радиометра-рентгенометра ДП-5В, дозиметра ДБГД «Мастер-1» и рентгенометра РМ-1203. В общей сложности проведено более 1000 замеров.

Исследования показали, что фоновый уровень  $\gamma$ -излучения в исследованных природных зонах и подзонах Западно-Сибирской низменности составляет в среднем соответственно  $8.2 \pm 0.16$ ,  $7.1 \pm 0.32$ ,  $6.8 \pm 0.30$ ,  $10.0 \pm 0.50$ ,  $8.9 \pm 0.15$  мкР/час. По литературным данным известно, что фоновый уровень  $\gamma$ -излучения в подтаежной и лесостепной зонах области составляет 6-15 мкР/час [28], а на территории, примыкающей к Уральским горам, он повышен: в районе ст. Красный Камень (Полярный Урал) фоновая МЭД равна 24 мкР/час [32]. Таким образом, можно констатировать относительную однородность фоновой радиационной обстановки исследуемого региона и соответствие ее среднему уровню по стране.

Однако следует отметить, что разнообразная антропогенная трансформация ландшафтов в различных природных зонах Западно-Сибирской низменности приводит к локальному достоверному повышению уровня  $\gamma$ -радиации.

Наиболее существенные различия отмечены нами в зоне «следа» аварии, имевшей место 6.04.93 г. на РХЗ Сибирского химического комбината в г. Томск-7 (южная тайга). Даже через три года после аварии уровень  $\gamma$ -излучения «следа» оставался достоверно (при  $P < 0.001$ ) в 2,5 раза (на почве) и в 1,4 раза (в воздухе) выше фонового. При этом средние показатели радиоактивности разных видов дереворазрушающих грибов и древесины близки между собой и к уровню  $\gamma$ -излучения в воздухе. Таким образом, версия о накоплении ксилотрофными базидиомицетами радионуклидов не подтверждается, что не распространяется на подстилочные шляпочные грибы, уровень накопления радионуклидов которыми доказан (превышение содержания по сравнению с почвой составляет более чем 6 раз). Вместе с тем в пределах «следа» отмечается достоверно большая (в 1,4 раза при  $P < 0.05$ ) вариация радиоактивности бесплодного образования *Innonotus obliquus* (чаги) по сравнению с базидиомами другого стволового паразита — *Phellinus igniarius*. Это может свидетельствовать о возможности накопления радионуклидов бесплодными образованиями грибов, выполняющих, очевидно, экскреторные функции. Такую возможность следует учитывать при заготовках чаги в качестве лекарственного сырья [33], [34].

Достоверное повышение уровня  $\gamma$ -излучения отмечено нами и в районах нефтедобычи Среднего Приобья (средняя тайга), где на дневную поверхность

вместе с нефтью выносятся многие радионуклиды: если в среднем по территории Самотлорского месторождения МЭД составляет  $14.5 \pm 0.30$  мкР/час (это почти в 1,5 раза выше фона), то на разливах нефти —  $17.9 \pm 0.50$  мкР/час, что достоверно (при  $P < 0.001$ ) на 23,4% выше, чем в среднем по месторождению. Еще более значительное повышение уровня  $\gamma$ -излучения, как уже было указано выше [19], отмечено нами в зоне действия факелов по сжиганию не утилизируемых компонентов нефти и газа, где он на 43% выше, чем в среднем по месторождению.

Незначительное повышение МЭД отмечается для населенных пунктов области: так, в центральном парке г. Надыма уровень  $\gamma$ -излучения составил  $8.2 \pm 0.23$  мкР/час, а в прилегающей к городу лесотундре — лишь  $7.1 \pm 0.32$  мкР/час. Такая же закономерность отмечается даже для небольших поселков: МЭД в пос. Юильск (северная тайга) равна  $7.4 \pm 0.23$  мкР/час, тогда как в районе оз. Нумто в этой же подзоне — лишь  $6.8 \pm 0.30$  мкР/час. Более жесткие аномалии характерны для г. Тюмени и ряда северных городов в местах укладки дорожных покрытий и в помещениях, выполненных из материалов с применением металлургических шлаков (МЭД  $\gamma$ -излучения до 35-55 мкР/час [35]).

Результаты радиационных исследований на полуострове Ямал могут свидетельствовать о некотором превышении над фоном уровня  $\gamma$ -излучения на территориях газоконденсатных месторождений, где МЭД составляет 10-16 мкР/час [32]. В зоне строительства железной дороги Обская-Бованенково (южная тундра) нами также отмечено небольшое (в 1,1 раза), но достоверное (при  $P < 0.05$ ) увеличение уровня  $\gamma$ -радиации, который в среднем составил  $8.8 \pm 0.19$  мкР/час. При этом в зоне строительства по сравнению с фоном имеет место достоверное увеличение и уровня изменчивости МЭД: коэффициент вариации составляет соответственно  $37.5 \pm 2.1\%$  и  $34.6 \pm 1.9\%$ . Все это может свидетельствовать об увеличении в антропогенных условиях не только уровня радиации, но и его вариабельности, а это, в свою очередь, диктует необходимость проведения большего количества измерений для получения репрезентативного материала.

**Заключение.** Таким образом, компоненты биоты (лишайники, мхи, мелкие млекопитающие и др.), обитающие на нефтезагрязненных территориях, подвергаются дополнительному воздействию аккумуляции тяжелых металлов, в том числе радионуклидов, а также повышенному  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  — излучению и должны быть использованы в системе регионального экологического мониторинга.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Urbanek, V. Obsah rtuti, olova a kadmia v peri bazantu a srsti zajicu // Pr. VULHM. 69. 1986. С. 256-277.
2. Безель В.С. Популяционная экотоксикология млекопитающих. М.: Наука. 1987. 129 с.
3. Ксенц А.С., Ваничева Л.К. Использование полевой мыши для индикации загрязнения мест рекреации тяжелыми металлами // 5 Съезд Всес. териол. о-ва АН СССР, Т.2., 1990. С. 241.
4. Усачев В.Л. Накопление тяжелых металлов и микроэлементов дикими животными [млекопитающими] и птицами // Биоиндикаторы и биомониторинг: М-лы между. симп. Загорск. 1991. С. 289-292.
5. Гашев С.Н. Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области). Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2000. 220 с.

6. Гашев С.Н. Млекопитающие в системе экологического мониторинга На примере Тюменской области: дисс. ... д-ра биол. наук. Тюмень: ТюмГУ, 2003. 50 с.
7. Орлов О.Л. Фауна и экология рукокрылых (MAMMALIA, CHIROPTERA) Среднего Урала. / Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Екатеринбург: ИЭРиЖ УрО РАН, 2000. 19 с.
8. Кудряшева А.Г., Шишкина Л.Н., Загорская Н.Г., Таскаев А.И. Биохимические механизмы радиационного поражения природных популяций мышевидных грызунов. С.-Пб.: Наука. 1997. 156 с.
9. Казанцева М.Н., Казанцев А.П., Гашев С.Н. Характеристика нефтяного загрязнения территории мамонтового месторождения нефти // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2001. № 2. С. 86.
10. Пиковский Ю.И. Трансформация техногенных потоков нефти в почвенных экосистемах. // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М.: Наука, 1988. С. 7-22.
11. Швайкова М.Д. Токсикологическая химия. М.: Медицина. 1975. 376 с.
12. Канцерогенные вещества. Справочник под ред. В.С. Турусова. М.: Медицина. 1987. 334 с.
13. Даутов Р.К., Гайнутдинов М.З., Минибаев В.Г., Гилязов М.Ю., Трибрат Т.Г., Храмов И.Т. Нарушение биогеохимического круговорота веществ, вызванное загрязнением почвы нефтью и нефтепромышленными сточными водами // Всесоюз. конф. «Биогеохим. круговорот веществ». Пущино, 7-9 дек., 1982 г. 1982. С. 124-125.
14. Гончаров И.В. Геохимия нефтей Западной Сибири. М.: Недра, 1987. 180 с.
15. Hartman, Z., Reznicek, J. Vanadium contained in plants as an indicator of pollution by oil hydrocarbons // Ekologia (CSSR), 5, N 3. 1986. С. 293-304.
16. Stelter, L.H. Baseline levels of selected trace elements in Colorado oil shale region animals // J. Wildlife Diseases. 1980. Vol. 16. № 2. 1986. P. 175-182.
17. Abberici, T.M., Sopper, W.E., Storm, G.L., Yahner, R.H. Trace metals in soil, vegetation and voles from mint land treated with sewage sludge // J. Environ. Qual. 18. № 1. 1989. С. 115-120.
18. Тестов Б.В., Таскаев А.И. Накопление естественных радионуклидов в организме животных на участках с повышенной радиоактивностью // Техногенные элементы и животный организм (полевые наблюдения и эксперимент). Свердловск: УНЦ АН СССР. 1986. С. 23-36.
19. Гашев С.Н., Казанцева М.Н., Соромотин А.В., Рыбин А.В. Влияние факелов на биогеоценозы Среднего Приобья // Бюллетень МОИП, Т.99, № 1. 1994. С.3-7.
20. Отчет «Состояние окружающей среды и природных ресурсов в Нижневартовском районе: 1996 г.». Вып. 1. Нижневартовск. 1997. 75 с.
21. Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества. Справ. изд. / В.А. Баженов, Л.А. Булдаков, И.Я. Василенко и др.; под ред. В.А. Филова и др. Л.: Химия. 1990. 464 с.
22. О состоянии окружающей природной среды Ханты-Мансийского автономного округа в 2001 г. (Информационный бюллетень). Х-Мансийск, 2002. 120 с.
23. Обзор «Экологическое состояние, использование природных ресурсов, охрана окружающей среды Тюменской области». Тюмень: ТОКООСиПР, 1996. 165 с.
24. Нифонтова М.Г. Содержание долгоживущих искусственных радионуклидов в мохово-лишайниковом покрове наземных экосистем Урало-Сибирского региона // Экология. 1998. №3. С. 196-200.
25. Марей А.И., Бархударов Р.М., Новикова Н.Я. Глобальные выпадения <sup>137</sup>Cs и человек. М: Атомиздат. 1974. 166 с.
26. Старков В.Д., Мигунов В. И. Радиационная экология. Тюмень: ФГУ ИПП «Тюмень», 2003. 304 с.
27. Израэль Ю.А., Вакуловский СМ., Ветров В. А. и др. Чернобыль: радиоактивное

загрязнение природных сред. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 295 с.

28. Обзор «Экологическое состояние, использование природных ресурсов, охрана окружающей среды Тюменской области». Тюмень: ТОКООСиПР, 1998. 219 с.

29. Гашев С.Н., Арефьев С.П. Некоторые результаты радиационных исследований в Западной Сибири // 2 науч.-практич. конф. «Окружающая среда». Тюмень, 1999. С. 19-20.

30. Гашев С.Н., Арефьев С.П. Некоторые результаты радиационных исследований в Западной Сибири // Вестник МАНЭБ. 11(23). 1999. С. 20-22.

31. Гашев С.Н. Влияние нефтяных разливов на фауну и экологию мелких млекопитающих Среднего Приобья // Экология. 1992. № 2. С. 40-48.

32. Природа Ямала / Под ред. Л.Н. Добринского. Екатеринбург: Наука, 1995. 436 с.

33. Арефьев С.П., Гашев С.Н. Радиологическое исследование дендро- и микобиоты «Томского следа» / М-лы 2 Междунар. конф. «Безопасность жизнедеятельности в Сибири и на Крайнем Севере». Ч. 1. Тюмень, 1997. С. 49-50.

34. Арефьев С.П., Гашев С.Н. Закономерности накопления радионуклидов древесной и дереворазрушающими грибами в зоне «Томского следа» // М-лы науч.-практич. конф. «Сибирский стандарт жизни: экология, образование, здоровье», Новосибирск. 1997. С. 112-114.

35. Обзор «Экологическое состояние, использование природных ресурсов, охрана окружающей среды Тюменской области». Тюмень: ТОКООСиПР, 1995. 134 с.