

ки. Клинические рекомендации Российского общества акушеров-гинекологов (РОАГ), Общероссийской общественной организации «Российское общество специалистов по профилактике и лечению опухолей репродуктивной системы (РОСОПС). М.2020

Cervical intraepithelial neoplasia, erosion and ectropion of the cervix. Clinical recommendations of the Russian Society of Obstetricians and Gynecologists (ROAG), the All-Russian public Organization "Russian Society of Specialists in the Prevention and Treatment of tumors of the Reproductive System (ROSORS). М.2020

12. Areán-Cuns C, Mercado-Gutiérrez M, Paniello-Alastruey I, et al. Dual staining for p16/

Ki67 is a more specific test than cytology for triage of HPV-positive women. *VirchowsArch*. 2018;473(5):599-606.

13. Cuschieri K., Ronco G., Lorincz A, et al. Eurogin roadmap 2017: Triage strategies for the management of HPV-positive women in cervical screening. *Int J Cancer*. 2018; 143(4):735-45

14. Schmidt D, Bergeron C, Denton KJ, Rider R; European CINtec Cytology Study Group. p16/ki-67 dual-stain cytology in the triage of ASCUS and LSIL Papanicolaou cytology. Results from the European Equivocal or Mildly Abnormal Papanicolaou Cytology Study. *CancerCytopathol*. 2011;119(3):158-66.

15. Thomas CWJr, Behrens CM, Ranger-Moore J, et al. Triage HPV-positive women with p16/Ki-67 dual-stained cytology: Results from a sub-study nested into the ATHENA trial. *GynecolOncol*. 2017;144(1):51-6.

16. Wright TC, Stoler MH, Behrens CM, et al. Primary cervical cancer screening with human papillomavirus: end of study results from the ATHENA study using HPV as the first-line screening test. *GynecolOncol*. 2015;136(2):189-97.

17. Wright TC Jr, Behrens CM, Ranger-Moore J, et al. Triage HPV-positive women with p16/Ki-67 dual-stained cytology: Results from a sub-study nested into the ATHENA trial. *GynecolOncol*.

ГИГИЕНА, САНИТАРИЯ, ЭПИДЕМИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

Л.Д. Олесова, А.П. Чевычелов, П.И. Собакин,
Е.Д. Охлопкова, Т.Е. Попова, С.И. Софронова, А.Н. Романова

СОСТОЯНИЕ АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РАБОТАЮЩЕГО НАСЕЛЕНИЯ В ЗОНЕ ПОВЫШЕННОГО РАДИАЦИОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

DOI 10.25789/YMJ.2023.83.13

УДК 612.017.2:596.296

Проведено радиологическое и медико-биологическое исследование населения г. Алдан и г. Томмот Алданского района Южной Якутии, находящегося в зоне повышенного природного радиационного излучения. Годовая индивидуальная эффективная доза облучения населения (ГИЭДОН) оказалась в 2 раза выше в г. Алдан, чем в среднем по РС(Я).

Вклад радона и продуктов его распада в формирование ГИЭДОН в г. Алдан составил 59,5%, в г. Томмот – 48,3%. Оценка адаптационного потенциала (АП) системы кровообращения населения показала высокий процент возникновения функционального напряжения механизмов адаптации, особенно чаще у жителей г. Алдан. Корреляция показала негативную роль повышения уровня триглицеридов, мочевины, активности ЛДГ, КК, снижения активности ЩФ на АП. Наличие дисфункции гепатобилиарной системы и, особенно, жирового гепатоза, также было связано со снижением АП.

Ключевые слова: радон, радиационное излучение, адаптационный потенциал, Якутия, жировой гепатоз.

A radiological and medical-biological study of the population of Aldan and Tommot of the Aldan region of South Yakutia, located in the zone of increased natural radiation, was carried out. The annual individual effective exposure dose to the population turned out to be 2 times higher in the city of Aldan (6.22 mSv).

The contribution of radon and its decay products in the city of Aldan was 59.5%, in the city of Tommot - 48.3%. Assessment of the adaptive potential (AP) of the circulatory system of the population showed a high percentage of the occurrence of functional stress of adaptation mechanisms, especially among residents of the city of Aldan (86.5%). The correlation showed a negative role of an increase in the level of triglycerides, urea, the activity of LDH, CK, and a decrease in the activity of alkaline phosphatase on AP. The presence of GBL dysfunction and, especially, fatty hepatosis was also associated with the decrease in AP.

Keywords: radon, radiation, adaptive potential, Yakutia, fatty hepatosis.

Якутский научный центр комплексных медицинских проблем: **ОЛЕСОВА Любовь Дыгыновна** – к.б.н., в.н.с.- руковод. лаб. oles59@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2381-7895>. **ОХЛОПКОВА Елена Дмитриевна** – к.б.н., с.н.с., <https://orcid.org/0000-0002-7061-4217>, **ПОПОВА Татьяна Егоровна** – д.м.н., зам. директора, **СОФРОНОВА Саргылана Ивановна** – к.б.н., гл.н.с. – руковод. отдела, **РОМАНОВА Анна Николаевна** – д.м.н., директор. Ин-т биологических проблем криолитозоны СО РАН: **ЧЕВЫЧЕЛОВ Александр Павлович** – д.б.н., гл.н.с., <https://orcid.org/0000-0002-2668-9745>, **СОБАКИН Петр Иннокентьевич** – д.б.н., гл.н.с., <https://orcid.org/0000-0003-2385-8045>

Введение. Природные источники ионизирующего излучения как постоянный физический фактор окружающей среды доминируют в коллективной эффективной дозе, причиняя основной вред здоровью населения (примерно 70 %), и вызывают обостренное беспокойство среди населения на территориях с неблагоприятной радиологической ситуацией. В Республике Саха (Якутия) в Алданском районе расположены 2 ураноносные провинции, где сосредоточены основные запасы урана РФ. Эльконский уранорудный район площадью 1500 км² находится в 50 км к востоку от адми-

нистративного центра - г. Алдана с населением более 20 тыс. чел. и в 40 км к юго-востоку от г. Томмот с населением более 7 тыс. чел. Через центральную часть района с юга на север проходит федеральная автомобильная дорога Нерюнгри – Якутск (АЯМ) с высокой интенсивностью движения автотранспорта [2].

По данным Госатомнадзора Дальневосточного округа РФ, в процессе крупномасштабных геолого-поисковых работ с 1959 г. было извлечено из недр и складировано на дневную поверхность в виде отвалов более 1 млн. т горно-рудной массы, содержащей в

своем составе около 2000 т урана. Появились очаги радиоактивного загрязнения с высокими значениями МЭД (мощность эквивалентной дозы), достигающими 1500-2000 мкР/ч. В 2022 г. в 40 помещениях общественных зданий Алданского района значения ЭРОА (эквивалентная равновесная объемная активность) радона превышали санитарные нормы. Максимальное значение ЭРОА ^{222}Rn равнялось 1313 ± 198 Бк/м³. Доля проб воды из источников централизованного водоснабжения, превышающих уровень вмешательства по содержанию удельной активности ^{222}Rn , составила 20,3%. Максимальное обнаруженное содержание ^{222}Rn в пробе составило $362,9 \pm 40,1$ Бк/л. В целом в обследованных населенных пунктах Алданского района годовая индивидуальная эффективная доза облучения населения варьирует от 3,02 до 6,92 мЗв/год и превышает средний показатель по РС (Я) (2,99 мЗв/год). В РФ среднее значение ГИЭДОН равняется 3,24 мЗв/год [4]. Определенный вклад в загрязнение природной среды вносит интенсивное автомобильное движение на федеральной автодороге. Концентрация свинца в снежном покрове в местах сосредоточения транспорта (АЗС, стоянки) может достигать 0,7 г/м². Экологическая обстановка в данном районе на 53,5% площади складывается как удовлетворительная, на 39,6% площади - как напряженная, на 6,9 % площади - как кризисная [2].

Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) радон признан канцерогенным фактором для легких человека [25] и является второй по значимости причиной рака легкого после табакокурения. У курильщиков риск развития рака в 25 раз больше, чем у некурящих. [24].

Данные официальной статистики ФСГС и Территориального органа ФСГС по РС (Я) за 2000-2020 гг. показывают высокие значения общих коэффициентов смертности населения Алданского района по сравнению с общереспубликанскими показателями (соответственно 13,4-14,2 против 8,6-7,8 на 100 тыс. населения). Первое место занимает смертность от болезней системы кровообращения, более чем в 2 раза превышающая данные по РС (Я) (741,7 против 354,0 на 100 тыс. населения). В основном от ишемической болезни сердца (325,9) и cerebroваскулярных болезней (133,4) [14]. На втором месте - смертность от новообразований (в 2019 г. – 214,0 и в 2020 г. – 215,5 на 100 тыс. населения),

на третьем - смертность от внешних причин (в 2019 г. – 146,9 и в 2020 г. – 143,3 на 100 тыс. населения). За 2011-2015 гг. ежегодный суммарный показатель онкологической заболеваемости взрослого населения в Алданском районе РС (Я) составил 790 заболеваний на 100 000 чел. (461 у мужчин и 328,2 у женщин), что в 2 раза выше, чем в РФ. По данным ранжирования административных территорий Республики Саха (Якутия) с высоким уровнем онкологической заболеваемости за 2011 – 2020 гг. Алданский район с приростом заболеваемости за 10 лет на 31,3% занимает второе место [7].

В структуре общей заболеваемости взрослого населения за 2000-2018 гг. определяющее значение имели болезни органов дыхания, системы кровообращения и костно-мышечной системы [12].

Таким образом, ухудшение состояния здоровья населения в зоне повышенного радиационного излучения сохраняется. А любой сдвиг от здоровья к заболеванию происходит на основе постепенного снижения адаптационных резервов организма [21].

В связи с этим комплексные радиоэкологические и медико-биологические исследования населения на территориях повышенного радиационного излучения требуют оценки адаптационного потенциала (АП) и являются актуальными.

Целью данной работы явилась оценка уровней облучения работающего населения городов Алдан и Томмот Алданского района от природных источников излучения и определение адаптационного потенциала системы кровообращения.

Методы медико-биологических исследований. В весенний сезон 2022 г. научными сотрудниками и практикующими врачами Якутского научного центра комплексных медицинских проблем проведено обследование взрослого и детского населения гг. Алдан и Томмот Алданского района с участием терапевта, кардиолога, офтальмолога, невролога, онколога,

гинеколога, врача УЗИ, эндоскописта и педиатра. Объектом исследования являлись 175 чел. взрослого населения, работающего и проживающего в гг. Алдан и Томмот Алданского района (табл. 1).

Программа исследования взрослого населения включала следующее: информированное согласие респондента на проведение исследований; опрос по анкете для оценки объективного состояния; антропометрическое обследование с измерением роста и массы тела с расчетом индекса массы тела, объемов талии и бедер; сдачу крови (согласно протоколу локального биоэтического комитета ЯНЦ КМП) из локтевой вены, в утренние часы натощак после 12-часового воздержания от пищи, на биохимические и иммунологические исследования. После центрифугирования сыворотку хранили в морозильной камере (при температуре -70°C) до проведения анализов.

Измерение артериального давления (АД) проводилось дважды автоматическим тонометром «OMRON M2 Basic» (Япония) в положении сидя с расчетом среднего АД с пределом допустимой погрешности измерений ± 3 мм рт. ст. [20]. За артериальную гипертензию (АГ) принимался уровень АД $\geq 140/90$ мм рт. ст. или прием антигипертензивных препаратов в период обследования или прекращение их приема менее чем за 2 недели до обследования [23].

Определение общего холестерина (ОХС), холестерина липопротеидов высокой плотности (ХС ЛПВП), триглицеридов (ТГ), глюкозы, мочевой кислоты, мочевины, креатинина, общего белка и альбумина, активности аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспаратаминотрансферазы (АСТ), щелочной фосфатазы (ЩФ), креатининазы (КК), лактатдегидрогеназы (ЛДГ) проводили энзиматическим методом на автоматическом биохимическом анализаторе «Лабдио» с использованием реактивов «Analyticon» (Германия).

Нозологический диагноз выставялся специалистами согласно Между-

Таблица 1

Половозрастной состав обследованного населения

Пол	г. Алдан	г. Томмот	Всего
Мужчины	44 (33; 52) n=59	62 (41; 64) n=7	45 (34,50; 53) n=66
Женщины	39 (32; 45) n=58	48 (37; 59) n=51	42 (36; 51,50) n=109
Всего	41,35 (33,25; 49) n=107	48,84 (37,75; 60,25) n=66	44 (35; 52) n=175

народной классификации болезней X пересмотра.

Состояние адаптационных резервов организма оценивалось методом расчета адаптационного потенциала (АП) системы кровообращения с использованием ее функциональных показателей и антропометрических данных по формуле Р.М. Баевского и А.П. Берсеновой [1]:

$$\text{АП} = 0,011(\text{ЧСС}) + 0,014 (\text{САД}) + 0,008 (\text{ДАД}) + 0,014 (\text{В}) + 0,009 (\text{МТ}) - 0,009 (\text{Р}) - 0,27,$$

где АП - степень АП, ЧСС - частота сердечных сокращений, САД - систолическое АД, ДАД - диастолическое АД, В - возраст, лет, МТ - масса тела, кг, Р - рост, см.

По результатам расчетов оценивали степень АП:

1) хорошая адаптация (АП <2 усл. ед.);

2) удовлетворительная адаптация (АП = 2,10 усл. ед.) – достаточные функциональные возможности системы кровообращения;

3) функциональное напряжение механизмов адаптации (АП = 2,11-3,20 усл. ед.);

4) неудовлетворительная адаптация (АП = 3,21-4,30 усл. ед.) – снижение функциональных возможностей системы кровообращения с недостаточной, приспособляемой реакцией к нагрузкам;

5) срыв адаптации (АП >4,30 усл. ед.) – резкое снижение функциональных возможностей системы кровообращения с явлением срыва механизмов адаптации целостного организма.

Методы радиоэкологических исследований. Гамма-съемка объектов была проведена с использованием радиометра СРП-68-01 по методике, принятой в геологии и радиационной экологии [8,13]. Измерение мощности дозы гамма-излучения радиометром проводились как на высоте 1 м от излучающей поверхности, так и вблизи ее, в пределах 0,1 м. Оценка величины МЭД производилась по среднеарифметическому значению 3-5 измерений в каждой точке обследования. В результате дозиметрической гамма-съемки были выбраны участки для отбора проб мелкозема отвалов, почв, воды и растений.

Для определения содержания естественных радионуклидов (уран, радий, торий и калий) в приготовленных образцах проб использовались ядерно-физические (рентгено-спектральный, гамма-спектрометрический), радиохимический (эманационный) и физико-химический (лазерно-люминесцент-

ный) методы, широко применяемые в геологии и радиоэкологии [16, 17].

В качестве основной спектрометрической измерительной аппаратуры использован многоканальный анализатор ГАММА-01 (НПЦ «Аспект», Россия) со сцинтилляционным детектором натрия-йод размером 150х100 мм, а также гамма-радиометр спектрометрического типа РКГ-АТ1320. Для рентгено-спектрального анализа использован высокопроизводительный прибор АРФ-6М.

Определение содержания урана в воде проведено лазерно-люминесцентным методом с использованием флуорометра АУФ-101-«Ангара». Эманационный метод определения содержания радия включает разложение проб (0,5-5 г) путем их сплавления со смесью едкого натра и соды, а затем выделение радия из солянокислого раствора путем соосаждения BaSO_4 , последующее растворение осадка 0,6N соляной кислотой и измерение активности эманации радия-радо на приборе «Альфа-1М».

Радонометрия проводилась посредством измерения объемной активности радона (ОАР) и плотности потока радона (ППР) с поверхности почвогрунтов с помощью радиометров типа РРА-01М-01, Альфарад плюс АВ и Альфарад плюс РП, а также пробоотборного устройства ПОУ-04 по мето-

дике [13]. Вычисление ППР радона по результатам измерений производили по формуле:

$$\text{ППР (мБк/с}\cdot\text{м}^2) = (Q - Q_{\text{ф}}) \cdot (V_2 + V_3) / T \cdot S_2,$$

где: Q – измеряемая ОАР (Бк/м³); $Q_{\text{ф}}$ – фоновая ОАР (Бк/м³); V_2 – объем измерительной камеры РРА, $V_2 = 1,60$ л; V_3 – свободный объем накопительной камеры-2 и соединительных трубок, $V_3 = 0,093$ л; T – время работы воздухоудовки ПОУ, T = 300 с; S_2 – площадь сбора радона накопительной камерой-2, $S_2 = 0,0016$ м². Повторность измерений ППР 5-кратная, при этом погрешность определения ОАР и ППР максимально оставляла 30-40 %.

Нормальность распределения признаков проверяли с помощью критерия Шапиро-Уилка. В связи с частичной асимметрией рядов распределения использовали методы непараметрической статистики. Данные для выборок представлены в виде медиан (Me) с процентильным интервалом (25%; 75%). Для оценки различий между группами использовали U-критерий Манна-Уитни. Уровень статистической значимости для сравнения групп принимали в случае $p < 0,05$. Взаимосвязь показателей оценивали с помощью коэффициента корреляции Спирмена.

Результаты и обсуждение. Годовая индивидуальная эффективная доза облучения населения от природных источников в Алданском районе

Таблица 2

Годовая индивидуальная эффективная доза облучения населения от природных источников в Алданском районе РС (Я)

Вид облучения	Эффективная доза, мЗв/год	%
г. Алдан		
Космическое излучение	0,40	6,4
Внешнее гамма-излучение естественных радионуклидов	1,80	28,9
Радон и продукты его распада в помещении	3,70	59,5
^{40}K в организме	0,17	2,7
Радионуклиды: в пище	0,14	2,3
в воде	0,01	0,2
Сумма	6,22	100
г. Томмот		
Космическое излучение	0,40	11,4
Внешнее гамма-излучение естественных радионуклидов	1,10	31,2
Радон и продукты его распада в помещении	1,70	48,3
^{40}K в организме	0,17	4,8
Радионуклиды: в пище	0,14	4,0
в воде	0,01	0,3
Сумма	3,52	100

РС (Я). Эффективная доза – это величина, которая используется как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения, как всего тела человека, так и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности.

Значения индивидуальной годовой эффективной дозы внешнего облучения взрослых жителей Алданского района определяли по результатам измерений мощности дозы гамма-излучения в жилых и общественных зданиях и на открытой местности в пределах территорий населенных пунктов на основе стандартной модели времени пребывания населения в помещениях и на открытом воздухе – 80 и 20% соответственно. Доза внутреннего облучения взрослых от долгоживущих естественных радионуклидов в питьевой воде и продуктах питания рассчитана с учетом годового потребления соответствующих пищевых продуктов (молока, хлеба, мяса, картофеля, овощей и рыбы) на душу населения в Республике Саха (Якутия). [5]. При этом в расчетах использованы содержания радионуклидов в продуктах питания и питьевой воде, представленные в методических рекомендациях [18], а также использован стандартный годовой расход питьевой воды (730 л/год). При оценке индивидуальных эффективных доз облучения населения за счёт радона и его дочерних продуктов распада значение дозового коэффициента принято равным 0,028 мЗв/год/Бк/м³ ОА радона или 9 мЗв/ч/Бк/м³ ЭРОА радона, которое соответствует рекомендациям НКДАР ООН [9].

Годовая индивидуальная эффективная доза облучения населения от природных источников излучения в Алданском районе варьирует от 3,02 до 6,92 мЗв/год. Значение ГИЭДОН в г. Алдан почти в 2 раза выше, чем в г. Томмот, при этом вклад радона и продуктов его распада составил в г. Алдан 59,5%, в г. Томмот – 48,3% (табл. 2).

Облучение населения за счёт природных источников ионизирующего излучения (ИИИ) включает внешнее и внутреннее облучение. На долю внутреннего облучения, происходящего за счёт короткоживущих дочерних продуктов изотопов радона, содержащихся в воздухе помещений, приходится более 70 % [6]. Определенный вклад в дозу внутреннего облучения населения вносит пероральное поступление природных радионуклидов с питьевой водой и продуктами питания. Доза внутреннего облучения ввиду поступления ⁴⁰K с водой и пищей практически

одинакова для всех людей. За счёт поступления радионуклидов уранового и ториевого радиоактивных рядов она пропорциональна годовому поступлению радионуклидов с питьевой водой и продуктами питания.

Внешнее облучение населения формируется в основном за счёт гамма-излучения природных радионуклидов, содержащихся во внешней среде, а также космического фотонного и корпускулярного излучений. Вариабельность уровней облучения населения природными ИИИ зависит от значений внутреннего облучения изотопами радона и поступления радионуклидов уранового и ториевого радиоактивных рядов с питьевой водой и продуктами питания, а также внешнего гамма-излучения. Кроме того, практически неотъемлемой частью естественного радиационного фона являются техногенные радионуклиды глобальных выпадений как следствие испытаний ядерного оружия, а также привнесенные в окружающую среду техногенные радионуклиды и концентрации природных радионуклидов в результате разнообразной деятельности человека, что приводит к повышенным уровням как внутреннего, так и внешнего облучения населения.

В настоящее время облучение от естественного радиационного фона (ЕРФ) продолжает оставаться главным источником облучения человека в со-

временном мире. Вклад природных источников в 2021 г. составил 78,5%. Средняя годовая эффективная доза по РС(Я) – 4,80 мЗв в год, в РФ – 3,20 мЗв в год [12].

Исходные данные для расчёта индивидуальных годовых эффективных доз облучения населения за счёт природных источников ионизирующего излучения должны включать :

- данные о среднегодовых значениях эквивалентной равновесной объёмной активности (ЭРОА) изотопов радона в воздухе жилых и общественных зданий, а также в атмосферном воздухе на территории населенного пункта (района и т. п.);

- данные о средних значениях мощности дозы гамма-излучения в жилых и общественных зданиях, а также на территории населенного пункта (района и т. п.);

- информацию о содержании природных радионуклидов в воде источников питьевого водоснабжения населения;

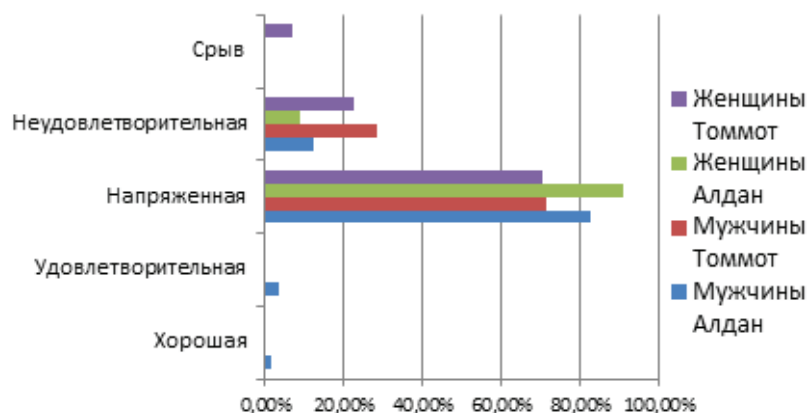
- данные об основных компонентах рациона питания населения, годовом потреблении продуктов питания и значениях удельной активности природных радионуклидов в них;

- данные о среднегодовом содержании пыли (аэрозоль) в приземном слое атмосферного воздуха и удельной активности долгоживущих природных радионуклидов в пыли.

Таблица 3

Степень АП у жителей г. Алдан и г. Томмот, абс. число/%

Группы	Степень адаптационного потенциала					Хи-квадрат Пирсона	df	p
	1	2	3	4	5			
г. Алдан	1/0,9	2/1,8	95/86,5	12/10,8	-	12723	4	0,013
г. Томмот	-	-	37/71,2	12/23,1	3/5,7			
Итого:	1/0,6	2/1,2	133/81,6	24/14,7	3/1,8			



Состояние АП у мужчин и женщин г. Алдан и г. Томмот

Среднее значение индивидуальной годовой эффективной дозы облучения взрослых жителей населенного пункта (района и т.п.) за счёт всех природных источников ионизирующего излучения определяется суммой всех составляющих:

$$E_{пр.} = 0,57 + E_{внеш.} + 1,05 E_{вн. Рп} + E_{вн. пп} + E_{вн. пв} + E_{вн. инг.},$$

где $E_{внеш.}$ – доза внешнего гамма-излучения; доза внутреннего облучения: за счёт $E_{вн. Рп}$ – короткоживущих продуктов распада изотопов радона, $E_{вн. пп}$ – за счёт радионуклидов в продуктах питания, $E_{вн. пв}$ – за счёт радионуклидов в питьевой воде; $E_{вн. инг.}$ – за счёт ингаляций пыли. Слагаемое 0,57 в вышеприведенной формуле учитывает вклад в эффективные дозы облучения населения ионизирующей компоненты космического излучения (0,40 мЗв) и внутреннее облучение за счёт ^{40}K [18].

Оценка адаптационного потенциала. Непараметрический корреляционный анализ показал тесную сопряженность АП с возрастом (0,624; $p=0,000$) и местом жительства (0,355; $p=0,000$).

В табл. 3 показана значимая сопряженность состояния АП с местом проживания. Хорошая (1) и удовлетворительная адаптация (2 ст.) встречаются крайне редко, всего у 3 алданцев (1,70%). В основном обследованные находятся в состоянии функционального напряжения механизмов адаптации (3 ст.) – 133 чел. (81,6%) и чаще в г. Алдан.

Неудовлетворительная адаптация – снижение функциональных возможностей системы кровообращения с недостаточной, адаптационной реакцией на стресс встречается достаточно часто: у 24 чел. (13,3%). В процентном отношении 4-я степень АП в 2 раза чаще встречается среди жителей г. Томмот. 5-я степень ОП – срыв адаптации, т.е. резкое снижение функциональных возможностей системы кровообращения с явлениями нарушения механизмов адаптации всего организма, выявлена также у 3 томмотцев (5,7%).

В зависимости от гендерной принадлежности и места проживания чаще встречается функциональное напряжение механизмов адаптации (3-я ст.) у мужчин и женщин г. Алдан (рисунк).

Встречаемость 4-й степени АП (неудовлетворительная адаптация) выше у жителей г. Томмот, кроме того срыв адаптации выявлен у 3 приезжих женщин 36; 60 и 75 лет, также проживающих в г. Томмот.

По данным табл. 4, средний показатель АП у женщин хуже, чем у мужчин

Средние значения адаптационного потенциала в зависимости от пола, возраста, места проживания, северного стажа и патологий CCC и жирового гепатоза

Таблица 4

Среднее значение (M±m)			P
Все n=163	Мужчины n=64	Женщины n=99	
2,81±0,03	2,72 ±0,05	2,87±0,04	0,048
Me(Q1;Q3)			
2,73 (2,46; 3,13)	2,65 (2,36; 3,01)	2,79 (2,52; 3,14)	0,054
АП в зависимости от возраста			
Возраст	г. Алдан	г. Томмот	
До 45 лет	2,52 (2,33; 2,74) n=64	2,61(2,45;2,91) n=20	0,021
После 45 лет	2,83 (2,56; 3,14) n=48	3,14(2,89; 3,42) n=31	0,000
	p=0,000	p=0,000	
АП в зависимости от места жительства			
Место жительства	г. Алдан	г. Томмот	
Все	2,65 (2,40; 2,92) n=107	2,99 (2,63; 3,34) n=51	0,000
Мужчины	2,60(2,33; 2,93) n=57	3,13 (2,99; 3,77) n=7	0,007
Женщины	2,66 (2,45; 2,90) n=55	2,91 (2,63; 3,33) n=44	0,001
АП у приезжего и местного населения			
Группы	г. Алдан	г. Томмот	
Север. стаж >20 лет Возраст более 45 лет	n=16 2,87 (2,64; 3,17)	n=17 3,16 (2,93; 3,41)	0,072
Родившиеся Возраст более 45 лет	n=14 2,83 (2,48; 3,25)	n=10 2,96(2,82; 3,24)	0,380
АП у больных с патологией CCC			
Группы	Здоровые	Больные	
Все	2,46 (2,31; 2,64) n=59	2,92 (2,65; 3,23) n=104	0,000
г. Алдан	2,43 (2,29; 2,64) n=47	2,82(2,52; 3,14) n=65	0,009
г. Томмот	2,54 (2,42; 2,79) n=12	3,13 (2,88; 3,42) n=39	0,000
p	0,088	0,001	
АП у больных с жировым гепатозом			
Группы	Здоровые	Больные	
Все	2,45(2,32; 2,62) n=21	2,85(2,54; 3,16) n=31	0,000
г. Алдан	n=15 2,43(2,18; 2,64)	n=18 2,76(2,39; 3,16)	0,021
г. Томмот	n=6 2,51(2,40; 2,68)	n=13 2,89(2,69; 3,18)	0,009
p	0,276	0,150	

($p<0,048$), при этом в г. Томмот АП незначимо ниже у мужчин, а в Алдане – у женщин.

С возрастом наблюдается значимое ухудшение АП. Сравнение групп алданцев до 45 и после 45 лет показало снижение АП на 12,3%, а у томмотцев на 20,3%. Сравнением стандартизованных по возрасту групп алданцев и

томмотцев до 45 выявлено более высокое значение АП на 3,48% томмотцев, а в группах после 45 лет разница значения АП томмотцев составила 10,96%.

Сравнение стандартизованных групп по возрасту и северному стажу показало, что АП пришлого населения г. Томмот в возрасте более 45 лет и с

Таблица 5

Частота жирового гепатоза среди обследованного населения, абс.ч. / %

	г. Алдан		г. Томмот	
	Абс.ч	%	Абс.ч	%
Всего	n=112	100	n=58	100
Гепатоз	17	15,1	15	25,8
Гепатоз у пьющих 1 раз в неделю	4	23,5	2	13,3

Таблица 6

Сопряженность патологий ССС и ГБС

Патология ССС	Патология ГБС				X²	df	p	ОШ (95%ДИ)	p
	Нет		Есть						
	Абс. число	%	Абс. число	%					
Нет	42	43,8	22	28,7	4,527	1	0,033	1,98 (1,041-3,744)	0,036
Есть	54	56,3	56	71,8					
Жировой гепатоз									
Нет	21	84,0	6	18,2	6,463	1	0,011	3,10 (1,207-8,000)	0,019
Есть	84	59,2	27	81,8					

северным стажем более 20 лет оказалось хуже на 16%, чем у алданцев. В группе родившихся в данном районе и в возрасте более 45 лет АП был хуже на 4% у томмотцев.

АП имел тесную положительную корреляционную связь с патологией ССС (0,557**; $p=0,000$) и жировым гепатозом ($r=0,478^{**}$, $p=0,000$), что указывает на негативное влияние снижения адаптационных резервов организма на функциональное состояние сердечно-сосудистой и гепатобилиарной систем. Об этом свидетельствует то, что наличие патологий ССС сопровождалось значимым напряжением АП, особенно ярко у жителей г. Томмот ($p=0,001$).

У обследованного населения дисфункция печени и желчевыводящих путей встречается довольно часто (43,9%), из них 18,9% приходится на жировой гепатоз. В процентном отношении жировой гепатоз чаще встречается среди жителей г. Томмот.

Неалкогольная жировая болезнь печени (НАЖБП) становится все более распространенным заболеванием, затрагивающим более 25% взрослого населения во всем мире, и зависит от расы и этнической принадлежности [22]. В Республике Саха (Якутия) встречаемость НАЖБП в якутской популяции составляет 50-60%, среди русских – 20% [10].

Главными факторами развития жирового гепатоза являются нездоровый образ жизни (высококалорийное питание в сочетании с недостаточной физической активностью, сахарный диабет, заболевания щитовидной железы, заболевания ССС и желчного пузыря), воздействие на организм химически активных соединений: органических растворителей, фосфорорганических ядов, соединений металлов и природных токсинов.

Алкогольный жировой гепатоз (АЖГ) является вторым по распространенности и актуальности заболеванием печени после вирусных гепатитов.

При опросе 17 алданцев с жировым гепатозом только 4 чел. признались в употреблении алкоголя 1 раз в неделю (23,5%), а среди жителей г. Томмот – 2 чел. (13,3%). Возможно, эти данные ошибочны в силу неправдивых ответов опрашиваемых. Тем не менее у жителей г. Томмот частота жирового гепатоза в процентном отношении выше, чем у алданцев (табл. 5).

Табл. 6 показывает сопряженность патологии ГБС с патологией ССС ($p=0,033$) и особенно тесно с жировым гепатозом ($p=0,011$).

Статистический анализ отношения

шансов показал, что частота жирового гепатоза в 4,5 раза чаще встречается у лиц с сердечно-сосудистой патологией, чем у лиц, не имеющих подобной патологии.

Жировой гепатоз является одним из факторов развития атеросклероза: у лиц с заболеваниями ССС жировой гепатоз встречается в 3,10 раза чаще. Осложнение НАЖБП является фактором риска атеросклеротического сердечно-сосудистого заболевания, которое является основной причиной смерти пациентов с НАЖБП. По данным научного заявления Американской кардиологической ассоциации, НАЖБП и НАСГ становятся все более распространенными состояниями, которые недостаточно диагностируются и недооцениваются как факторы риска заболеваемости и смертности от ССЗ [22].

Выявлена прямая корреляционная связь АП с уровнем ТГ (0,249; $p=0,001$), активностью ферментов ЛДГ (0,258; $p=0,001$), КК (0,162; $p=0,039$), а также мочевиной (0,298; $p=0,000$), что указывает на негативную роль в снижении адаптационных резервов организма гипертриглицеридемии, нарушения обмена углеводов и белков. Отрицательная связь выявлена с активностью ЩФ ($-0,231$; $p=0,003$). Понижение активности ЩФ зарегистрировано у жителей г. Томмот. Данный факт не согласуется с тем, что одним из факторов снижения активности ЩФ является радиационное излучение, так как наибольшая годовая индивидуальная эффективная

доза была зафиксирована на территории г. Алдан (6,22 мкЗв), а наименьшая – в г. Томмот (3,52 мкЗв).

Таким образом, сравнительный расчет годовой индивидуальной эффективной дозы облучения населения г. Алдан и г. Томмот Алданского района показал более высокое значение ГИЭ-ДОН в г. Алдан. Адаптационный потенциал у жителей Алданского района в основном находится в состоянии функционального напряжения механизмов адаптации, более часто у жителей г. Алдан. Однако дальнейшее снижение АП чаще встречается у жителей г. Томмот. Снижение АП прямо связано с повышением уровня триглицеридов, мочевины, активности ферментов энергетического обмена ЛДГ, КК, со снижением активности ЩФ, что указывает на негативную роль дислипидемии, нарушения обмена углеводов и белков в снижении адаптационного потенциала системы кровообращения.

Кроме того, снижение АП было связано с дисфункцией гепатобилиарной системы, особенно с жировым гепатозом. Жировой гепатоз, выявляемый в три раза чаще у обследованных с патологией сердечно-сосудистой системы, является негативным фактором риска снижения АП и связанного с ним риска развития атеросклеротических сердечно-сосудистых заболеваний.

Вывод. Большая встречаемость функционального напряжения механизмов адаптации населения г. Алдан в условиях повышенного природного радиационного излучения

и неудовлетворительная адаптация и срыв адаптации, чаще встречающиеся среди жителей г. Томмот, а также большая встречаемость жирового гепатоза у томмотцев несомненно требуют изучения сочетанного воздействия других негативных факторов, имеющих в данном районе. В условиях интенсификации обогащения урановых руд с увеличением воздействия ионизирующего излучения на население, несомненно, необходимо дальнейшее глубокое скоординированное медико-биологическое и радиоэкологическое исследование в зоне повышенного радиационного излучения для профилактики экологически обусловленных заболеваний.

Литература

1. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Книга по требованию. - 2014.- 295с. ISBN: 978-5-458-39258-7.
2. Воробьев К.А., Шумбасова Г.А. Государственная карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Серия Алданская. Лист О-51-ХVIII. Объяснительная записка. - М.: МФ ВСЕГЕИ, 2013. - 370 с.
3. Vorobyov K.A., Shumbasova G.A. State map of the Russian Federation. Scale 1:200 000. Aldan series. Sheet O-51-XVIII. Explanatory letter. - M.: MF VSEGEI, 2013. - 370 p.
4. Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения. - М.: Центр нормативно-технической информации «Медиа Сервис», 2019. - 41 с.
5. Hygienic requirements to limit public exposure due to natural sources of ionizing radiation. - M.: Center for Regulatory and Technical Information "Media Service", 2019. - 41 p.
6. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» по Республике Саха (Якутия) за 2017 г. - Якутск, 2018. - 240 с. - URL: <https://14.rosпотреbnadzor.ru>. (дата обращения 22.05.2022).
7. State report "On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation" for the Republic of Sakha (Yakutia) for 2017 - Yakutsk, 2018. - 240 p. - URL: <https://14.rosпотреbnadzor.ru>. (accessed 22.05.2022).
8. Дарбасов В.Р., Никифоров А.Г. Продовольственное обеспечение Якутии. (Теория, опыт, проблемы). - Новосибирск: Наука, 2007. - 212 с.
9. Darbasov V.R., Nikiforov A.G. Food supply of Yakutia. (Theory, experience, problems). - Novosibirsk: Nauka, 2007. - 212 p.
10. Доза облучения населения Мурманской области природными источниками излучения и радионуклидами глобальных выпадений / И.К. Романович, А.В.Чернев, И.П. Стамат, В.А. Венков, Т.А. Кормановская // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов: обзорная информация / (ВИНИТИ РАН). - 2005. - № 10. - С. 42-48.
11. Exposure dose of the population of the Murmansk region by natural sources of radiation and radionuclides of global fallout / I.K. Romanovich, A.V. Chernev, I.P. Stamat, V.A. Venkov, T.A. Kormanovskaya // Problems of the environment and natural resources: review information / (VINITI RAS). - 2005. - No. 10. - P. 42-48.
12. Иванов П.М., Афанасьева А.Н., Мыреева С.А. Характеристика заболеваемости населения Якутии злокачественными новообразованиями // Онкослужба Якутии: вектор развития: тез. Межд. науч.-практ. конф. - Якутск, 2020. - С. 27-29.
13. Ivanov P.M., Afanasieva A.N., Myreeva S.A. Characteristics of the incidence of malignant neoplasms in the population of Yakutia // Oncological service of Yakutia: development vector: abstract. Int. scientific-practical conf. - Yakutsk, 2020. - P. 27-29.
14. Инструкция по работе с сцинтилляционными радиометрами при геологических съемках и поисках. Отв. ред. А.Г. Ветров. - Л.: Рудгеофизика, 1986. - 44 с.
15. Instructions for working with scintillation radiometers in geological surveys and prospecting. Rep. ed. A.G. Vetrov. - L.: Rudgeofizika, 1986. - 44 p.
16. Источники и эффекты ионизирующего излучения. Отчет НКДАР ООН 2000 года Генеральной Ассамблее с научными приложениями. Т. 1: Источники (ч. 1). - М.: РАДЭКОН, 2002. - 308 с.
17. Sources and effects of ionizing radiation. 2000 UNSCEAR Report to the General Assembly with Scientific Annexes. T. 1: Sources (part 1). - M.: RADECON, 2002. - 308 p.
18. Куртанов Х.А. Исследование гена C22ORF20 у больных сахарным диабетом 2-го типа с сопутствующей печеночной патологией в Якутии // Современные проблемы науки и образования. - 2019. - № 3. - С.134.
19. Kurtanov Kh.A. Study of the C22ORF20 gene in patients with type 2 diabetes mellitus with concomitant hepatic pathology in Yakutia // Modern problems of science and education. - 2019. - No. 3. - P.134.
20. Маргулис У.Я., Брегадзе Ю.И. Радиационная безопасность. Принципы и средства ее обеспечения. - М.: Эдиториал УРСС, 2000. - 120 с.
21. Margulis U.Ya., Bregadze Yu.I. Radiation safety. Principles and means of its provision. - M.: Editorial URSS, 2000. - 120 p.
22. Материалы к государственному докладу о СЭБ РС(Я) за 2022 год, https://fbuz14.ru/gos_doklad.
23. Materials for the state report on the SES of the RS(Y) for 2022, https://fbuz14.ru/gos_doklad.
24. Методика экспрессного измерения объемной активности ^{222}Rn с поверхности земли с помощью радиометра радона типа PPA // Рекомендации. - М., 2006. - С. 3-8.
25. Method for rapid measurement of ^{222}Rn volumetric activity from the earth's surface using a radon radiometer of the RRA type // Recommendations. - M., 2006. - P. 3-8.
26. О состоянии здоровья населения и организации здравоохранения в Республике Саха (Якутия) по итогам деятельности за 2020 г. (рукопись). - Якутск: Министерство здравоохранения Республики Саха (Якутия), 2021. - 142с.
27. On the state of public health and the organization of health care in the Republic of Sakha (Yakutia) based on the results of activities for 2020 (manuscript). - Yakutsk: Ministry of Health of the Republic of Sakha (Yakutia), 2021. - 142p.
28. О состоянии здоровья населения и организации здравоохранения в Республике Саха (Якутия) по итогам деятельности за 2020 г. (рукопись). - Якутск: Министерство здравоохранения Республики Саха (Якутия), 2021. - 142с.
29. On the state of health of the population and the organization of health care in the Republic of Sakha (Yakutia) based on the results of activities for 2020 (manuscript). - Yakutsk: Ministry of Health of the Republic of Sakha (Yakutia), 2021. - 142 p.
30. Об утверждении региональной программы «Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями в Республике Саха (Якутия) на 2019-2024 годы». <https://minzdrav.sakha.gov.ru/uploads/ckfinder/userfiles/files/697-%20p%20Кардио%20РП.pdf>
31. On approval of the regional program "Fight against cardiovascular diseases in the Republic of Sakha (Yakutia) for 2019-2024". <https://minzdrav.sakha.gov.ru/uploads/ckfinder/userfiles/files/697-%20p%20Кардио%20РП.pdf>
32. Определение редких и радиоактивных элементов в минеральном сырье. Под. ред. Г.В. Остроумова. - М.: Недра, 1983. - 252 с.
33. Determination of rare and radioactive elements in mineral raw materials. Under. ed. G.V. Ostroumova. - M.: Nedra, 1983. - 252 p.
34. Определение урана рентгеноспектральным методом. Министерство геологии СССР. - М., 1983. - 10 с.
35. Determination of uranium by X-ray spectral method. Ministry of Geology of the USSR. - M., 1983. - 10 p.
36. Оценка индивидуальных эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения. - М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. - 22 с.
37. Evaluation of individual effective doses of public exposure due to natural sources of ionizing radiation. - M.: Federal Center for State Sanitary and Epidemiological Surveillance of the Ministry of Health of Russia, 2002. - 22 p.
38. Региональная программа «Борьба с онкологическими заболеваниями в Республике Саха (Якутия) на 2021-2024 годы». <https://minzdrav.sakha.gov.ru/uploads/ckfinder/userfiles/2021/09/24/files/0597-p%20O6%20утверждения%20региональной%20программы%20EO3.pdf>.
39. Regional program "Fight against cancer in the Republic of Sakha (Yakutia) for 2021-2024". pdf.
40. Рекомендации по лечению артериальной гипертензии. ESH/ESC 2013 // Российский кардиологический журнал. - 2014. - № 1 (105). - С. 79-4.
41. Recommendations for the treatment of arterial hypertension. ESH/ESC 2013 // Russian Journal of Cardiology. - 2014. - No. 1 (105). - S. 79-4.
42. Хочачка И., Сомеро Д. Биохимическая адаптация. Изд-во МИР. -1988. - 586с.
43. Khochachka I., Somero D. Biochemical adaptation. Publishing house MIR. -1988. - 586s.
44. Duell PB, Welty FK, Miller M, et al. American Heart Association Council on Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology; Council on Hypertension; Council on the Kidney in Cardiovascular Disease; Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health; and Council on Peripheral Vascular Disease. Nonalcoholic Fatty Liver Disease and Cardiovascular Risk: A Scientific Statement From the American Heart Association. Arterioscler Thromb Vasc Biol. 2022 Jun;42(6):e168-e185. doi: 10.1161/ATV.000000000000153. Epub 2022 Apr 14. PMID: 35418240.]
45. Greenland Ph, Peterson E. The New 2017 ACC/AHA Guidelines "Up the Pressure" on Diagnosis and Treatment of Hypertension // JAMA. - 2017. - Vol. 318. - No. 21. - P. 2083-2084.
46. National Academy of Sciences. Health Effects of Exposure to Radon (BEIR VI). National Academy Press, Washington, D.C., 1999.]
47. WHO. Indoor air quality research: Report on a WHO meeting, 27-31 August 1984, Stockholm. World Health Organization, Copenhagen, 1986.