

УДК 613.648.4

## ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ ПИТАНИЕ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РАБОТНИКОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

© 2015 Д.О. Горбачев

Самарский государственный медицинский университет

Поступила в редакцию 20.03.2015

По данным проведенного радиационно-гигиенического мониторинга объектов нефтегазового комплекса выявлены участки оборудования, загрязненные природными радионуклидами, осуществлен подробный анализ доз внешнего и внутреннего облучения персонала, а также доз облучения при проведении дефектоскопии. На основании полученных данных обоснована система профилактических мероприятий с применением рациона № 1 лечебно-профилактического питания для исследуемой категории работников.

*Ключевые слова:* доза облучения, природные радионуклиды, радиационная дефектоскопия, лечебно-профилактическое питание.

### ВВЕДЕНИЕ

Здоровье населения в значительной мере зависит от условий среды обитания, социально-экономических и медико-биологических факторов. Радиационный фактор, среди других, воздействующих на здоровье факторов, занимает особое место [1]. Человек всегда подвергался воздействию ионизирующего излучения от различных его источников (естественного и искусственного происхождения). Оценка облучения человека за счет естественной радиоактивности окружающей среды особенно важна в связи с тем, что излучение от природных источников вносит основной вклад в коллективную дозу, получаемую населением. Природное облучение формирует примерно 2/3 популяционной дозы, половина которой связана с регулируруемыми источниками облучения [2].

Увеличение добычи нефти и газа в нашей стране, развитие предприятий по переработке и транспортировке нефтепродуктов все более актуальным делает решение проблемы радиационной безопасности на данных объектах. В процессе добычи и транспортировки энергоносителей происходит облучение персонала предприятий природными радионуклидами, содержащимися в добываемом сырье, оседающими на промышленном оборудовании, присутствующими в промышленных отходах [3].

Общее количество отходов нефтегазового комплекса (НГК) Российской Федерации оценивается в 50 млн. тонн с ежегодным увеличением почти на 1 млн. тонн [4]. В нефтяной промышленности США, по данным Агентства по защите окружающей среды, ежегодно образуется 250 000 тонн нефтешламов и 25 000 тонн твердых отложений с повышенной радиоактивностью.

*Горбачев Дмитрий Олегович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей гигиены.  
E-mail: Dmitriy-426@rambler.ru*

В нефтегазовой отрасли основным дозообразующим видом деятельности является обращение с загрязненным радионуклидами оборудованием и обращение с радиоактивными отходами, содержащими природные радионуклиды, а также проведение дефектоскопии сварных швов магистральных трубопроводов [5]. Применение рентгеновской и радионуклидной дефектоскопии на предприятиях НГК приводит к облучению персонала дозами, превышающими предельно допустимые уровни. Широкие масштабы использования данного метода неразрушающего контроля качества сварных швов и целостности производственного оборудования в отрасли требуют дальнейшего совершенствования системы радиационной защиты [6,7].

Важную роль в системе профилактических мероприятий, направленных на снижение негативного влияния ионизирующего излучения, играет лечебно-профилактическое питание.

**Цель исследования:** провести комплексную санитарно-гигиеническую оценку радиационной обстановки на предприятиях НГК, определить наиболее облучаемый контингент персонала, обосновать систему профилактических мероприятий, направленных на снижение рисков, в том числе применение лечебно-профилактического питания.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование воздействия радиационного фактора на персонал предприятий НГК проводилось при выполнении особо опасных работ (эксплуатация оборудования в стационарном режиме, выгрузка нефтешлама и зачистка буллита, ремонт и зачистка оборудования, демонтаж труб) на радиационно-загрязненном технологическом оборудовании ОАО «Самаранефтегаз» с использованием дозиметров (СРП-88, ДРГ-01Т1). Обь-

емная активность радона 222 в воздухе рабочих помещений и емкостях промышленного оборудования измерялась при помощи радиометра «AlphaGuard Mod.PQ 2000». Всего было проведено 650 измерений. Гаммаспектрометрический анализ нефтешламов, проб грунта (всего проанализировано 135 проб) проводился на комплексе «Прогресс». Оценка показаний индивидуальных дозиметров операторов предприятий и дефектоскопистов осуществлялась с помощью прибора ДВГ-02Т (оценены индивидуальные дозы 160 человек).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Радиоактивные пластовые воды являются источником радиоактивных отложений в нефтяных и газовых скважинах, а также на внутренних стенках трубопроводов, в нефтяном и газовом оборудовании, нефтеловушках и песколовушках. На предприятиях ОАО «Самаранефтегаз» суммарная активность природных радионуклидов на внутренней поверхности нефтяного оборудования по данным дозиметрии и спектрометрии в среднем составила по радю 226 – 89%, по торю 232 – 11%. При исследовании радиационного состояния объектов НГК, проведенном на территории ряда предприятий ОАО «Самаранефтегаз», были выявлены основные радиационно-загрязненные скважины (рис. 1).

Максимальные значения МЭД излучения достигали 2500 мкР/ч на участках локальных аномалий и характеризовались радиоактивным загрязнением почвы в местах проведения ремонтно-строительных работ (демонтаж дефектных участков труб). Причиной загрязнения территории стало попадание радиоактивных

отложений в виде радиобарита, концентрирующегося на внутренней стенке насосно-компрессорных труб, в почву [8].

Уровни МЭД гамма-излучения насосно-компрессорного оборудования Мухановского месторождения в 5 раз выше контрольных значений ( $p < 0,001$ ) на поверхности выводных труб, в 4 раза выше контрольных значений на поверхности насосного оборудования ( $p < 0,001$ ) и в 42 раза выше контрольных значений на поверхности демонтированных труб, извлеченных из скважины ( $p < 0,001$ ). Таким образом, процесс накопления природных радионуклидов (ПРН) достоверно выше на внутренней поверхности скважинных труб, что относит их категории радиоактивных отходов.

В результате деятельности предприятий ОАО «Самаранефтегаз» образуется большое количество радиоактивных нефтешламов, удельная активность которых на определенных территориях превышает 20 кБк/кг, что относится к 3 классу радиоактивных отходов предприятий НГК.

Гаммаспектрометрический анализ отложений из различного оборудования позволил выявить пределы удельной активности основных природных радионуклидов, входящих в состав твердых отложений и «глиноподобных» шламов (табл. 1). Основными изотопами, определяющими удельную активность твердых отложений, были признаны Ra-226, Pb-210, для шламов – Ra-226, Ra-228. Основными изотопами, определяющими удельную активность твердых отложений, признаны Ra-226, Pb-210, для шламов – Ra-226, Ra-228.

Радиационные аномалии на скважинных площадках, нижняя поверхность буллитов и отдельные участки территории сепарационных

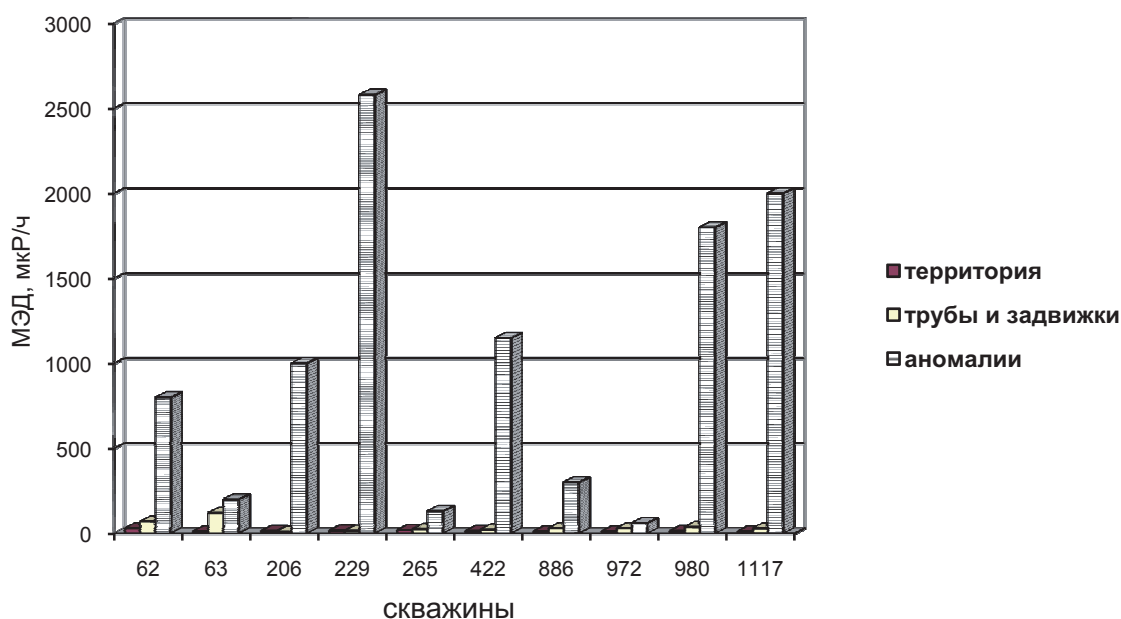


Рис. 1. Значения мощности экспозиционной дозы (МЭД) гамма-излучения на основных радиационно-загрязненных скважинах

**Таблица 1.** Активность технологических отложений из оборудования

Изотопы	Активность, кБк/кг	
	Отложения	Шлам
Ra-226	0,85-153	1,96-33,3
Pb-210	0,81-118	1,88-11,0
Bi-214	0,67-122	1,52-8,1
Th-228	0,22-64	0,7-3,3
Pb-214	0,11-57	0,92-5,5
Ti-208	0,11-29	0,59-1,08
Ra-228	0,34-68	0,7-16,6

установок, нижняя поверхность резервуаров, насосно-компрессорное оборудование являются основными источниками ионизирующего излучения на территории предприятий НГК. Степень радиоактивного загрязнения объектов на площадках сепарационных установок и первичной подготовки нефти зависит от давности проведенных очистных работ [9].

Проводя расчет оценки доз облучения работников ОАО «Самаранефтегаз», имеющих контакт с природными источниками ионизирующего облучения, было выявлено: суммарные эффективные дозы работников предприятий обусловлены их внешним и внутренним облучением. Внешнее облучение определяется средними значениями мощности дозы гамма-излучения на рабочих местах (профмаршрутах) и временем, в течение которого работники подвергаются облучению.

Максимальные значения эффективной дозы внешнего облучения характерны для персонала, проводящего очистку буллитов и резервуаров ( $12,6 \pm 1,4$  мЗв/год), а также занимающегося утилизацией производственных отходов, содержащих ПРН ( $5,3 \pm 0,5$  мЗв/год), при этом  $p < 0,05$  в сравнении с эффективной дозой для персонала, занимающегося текущим обслуживанием оборудования. Максимальные значения эффективной дозы внутреннего облучения выявлены также у

персонала, проводящего очистку буллитов и резервуаров, занимающегося утилизацией производственных отходов, выполняющего газорезку труб. В данном случае на значение эффективной дозы оказывает влияние запыленность воздуха, а также высокая концентрация радона и его дочерних продуктов распада.

Использованный метод расчета доз внешнего излучения определялся средними значениями мощности дозы гамма-излучения на рабочих местах (профмаршрутах) и временем, в течение которого работники (операторы) подвергаются облучению (табл. 2).

В настоящее время одним из наиболее распространенных методов неразрушающего контроля качества проведенных сварных работ, оценки целостности промышленного оборудования является дефектоскопия. В качестве источников ионизирующего излучения служат такие радиоактивные изотопы, как  $Co^{60}$ ,  $Ir^{192}$ ,  $Cs^{137}$  (гамма-дефектоскопия). На предприятиях НГК имеется большое количество переносных гамма-дефектоскопов, с помощью которых осуществляется контроль сварки магистральных трубопроводов [12;13]. В исследовании была проанализирована радиационная обстановка на предприятии «Самаратрансгаз» при проведении дефектоскопических работ. Степень опасности

**Таблица 2.** Расчет внешней эффективной дозы гамма-излучения на рабочих местах

Наименование процесса	Количество персонала, чел	Общее количество часов (данные профмаршрутов)	Среднее значение МЭД, мкЗв/ч ( $P_1$ )	Средняя эффективная доза, мЗв/год ( $E_{1,внешн}$ )
Текущее обслуживание оборудования	60	2000	$0,23 \pm 0,03$	$0,3 \pm 0,02$
Газорезка труб	20	1700	$1,2 \pm 0,07$	$1,4 \pm 0,04$
Очистка буллитов, РВС	20	900	$10,2 \pm 0,6$	$6,4 \pm 0,8^*$
Утилизация производственных отходов с ПРН	10	1200	$6 \pm 0,2$	$5,3 \pm 0,5^*$

\*  $p < 0,05$  в сравнении с эффективной годовой дозой для персонала, занимающегося текущим обслуживанием оборудования

**Таблица 3.** Значения дозы облучения персонала при проведении отдельных операций в процессе работы с аппаратом «Гаммарид-25М»

Операция	Доза, мЗв	Вклад, %
Изъятие дефектоскопа из хранилища	0,0004±0,00005	3,0
Транспортировка к месту просвечивания	0,0024±0,0003	20,6
Установка дефектоскопа	0,0035±0,0006	30,6
Просвечивание	0,0025±0,0005	20,5
Снятие дефектоскопа	0,0003±0,00004	1,7
Транспортировка в хранилище	0,0028±0,0005	23,6
Итого:	0,012±0,004	100

дефектоскопического исследования с использованием открытых источников ионизирующего облучения выше, чем применение переносной рентгеновской дефектоскопии (табл. 3).

Таким образом, основной вклад в профессиональное облучение персонала НГК вносит воздействие гамма-дефектоскопии, а также воздействие внешнего и внутреннего облучения при контакте с ПРН. Очевидна необходимость комплексного изучения особенностей формирования радиационной обстановки с учетом технологического процесса, эксплуатации оборудования, проведения ремонтно-строительных работ на предприятиях НГК [10].

Одним из основных мероприятий по повышению адаптационного потенциала организма при воздействии источников ионизирующего излучения для работников является назначение рациона №1 лечебно-профилактического питания. Применение указанного профилактического мероприятия основано на принципе соответствия защитной активности рациона специфике влияния вредного воздействия [11].

В рацион для таких работников включаются вещества, обладающие радиопротекторным действием – цистин, серосодержащие аминокислоты, метионин, которые содержатся в сыре, мясе кролика, твороге, нежирных сортах рыбы. Кроме того, в рационе должны присутствовать пектиновые вещества, которые связывают и выводят из организма радиоактивные соединения (содержатся в яблоках, персиках, моркови, абрикосах, свекле), а также липотропные вещества. Рацион должен составлять: 59 г белков, 51 г жиров, 159 г углеводов, а также дополнительно витамин С (150 г).

Рацион обеспечивает дополнительное поступление в организм антиоксидантных нутриентов, липотропных субстратов и обеспечивает защиту организма от радионагрузки, предотвращая перекисное окисление липидов, и снижает последствия радиационного мутагенеза. Лечебно-профилактическое питание должно выдаваться работникам в дни фактического выполнения ими работы, связанной с источниками ионизирующего излучения при условии занятости на такой работе не менее половины рабочего дня, а

также в период профессионального заболевания указанных работников с временной утратой трудоспособности без госпитализации.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кучумов В.В. Исследование объективных и субъективных предпосылок для обеспечения радиационной безопасности региона (на примере Рязанской области): дисс. ... канд. мед. наук: 14.00.07. Рязань, 2004. 141 с.
2. Чистов Е.Д. Метод оценки индивидуальных доз облучения персонала в радиационной технологии. М.: Энергоатомиздат, 1977. С.27–35.
3. Проблема радиоактивного загрязнения окружающей среды при разработке месторождений нефти и газа и пути ее решения / Е.И. Крапивский, В.Н. Рыжаков, Д.А. Амосов и др. // Разведка и охрана недр. 2002. № 9. С.50–53.
4. Радиоактивное загрязнение окружающей среды при нефтедобыче / С.А. Захарчук, И.А. Крампит, В.И. Мильчаков // АНРИ. 1998. №4. С.18–21.
5. Шрамченко А.Д. Методологические основания концепции обеспечения радиационной безопасности в нефтегазовом комплексе России // Доклады науч.-практ. конф. «Радиационная безопасность: транспортирование радиоактивных материалов» (Атомтранс-2000). СПб., 2000. С.25–28.
6. Крисюк Э.М., Никитин В.В. Дозы облучения населения // Гигиена и санитария. 1998. №9. С.30–33.
7. Физические факторы. Эколого-гигиеническая оценка и контроль. Практическое руководство [под ред. Н.Ф. Измерова]. М.: Медицина, 1999. С.160–162.
8. Проблемы радиационной безопасности в топливно-энергетическом комплексе / Е.Б. Андерсон, С.М., Гращенко, Г.И. Нечай // Докл. 5-ой Междунар. конф. «Радиационная безопасность: обращение с РАО и ОЯТ». СПб., 2002. С.36–41.
9. Ильин Л.А., Кириллов В.Ф., Коренков И.П. Радиационная гигиена. М.: Медицина, 1999. С.79–82.
10. Горбачев Д.О. Современные аспекты организации радиационно-гигиенического мониторинга при работе с источниками ионизирующего излучения на предприятиях нефтегазового комплекса // Аспирантский вестник Поволжья. 2013. № 5-6. С. 193–196.
11. Кобелькова И.В. Анализ фактического и лечебно-профилактического питания лиц, работающих с источниками ионизирующего излучения // Медицина катастроф. 2014. №1. С.14–17.

12. Underestimate radiation risks / *K. Furitsu, K. Sadamori, M. Inomata and al.* MS. 1999. 24p. Nations Scientific Committee the Effects of Atomic Radiation // UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with scientific annexes. NY. 2000. 360 p.
13. Sources and effects of ionizing radiation. United

**MEDICAL PREVENTIVE NUTRITION AS A FACTOR INCREASING THE ADAPTIVE CAPACITY OF WORKERS OF OIL AND GAS COMPLEX**

© 2015 D.O. Gorbachev

Samara State Medical University

According to the conducted radiation-hygienic monitoring of oil and gas facilities, areas of equipment contaminated with natural radionuclides were identified; detailed analysis of doses of external and internal exposure of the personnel as well as radiation doses during defectoscopy was carried out. By reference to these data, the authors substantiated the system of preventive measures with the use of diet No. 1 of preventive nutrition system for the studied category of workers.

*Keywords:* radiation dose, natural radionuclides, radiation testing, treatment-and-prophylactic food.