УДК 616-002.5-071

## Морева А.Ю.<sup>1,2</sup>, Байке Е.Е.<sup>3</sup>

### ТУБЕРКУЛЕЗ У ОБЛУЧАЕМЫХ ЛИЦ: РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОСПЕКТИВНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

<sup>1</sup>Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования — филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации <sup>2</sup> Государственное учреждение здравоохранения «Краевая больница № 4» <sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Читинская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**Цель исследования.** Выявление эпидемиологических и клинических особенностей туберкулеза у различных категорий облучаемых лиц в условиях добычи и переработки урана на примере Приаргунского производственного горно-химического предприятия г. Краснокаменск.

**Материалы и методы.** Методом сплошной выборки сформированы две группы: основная — 40 заболевших туберкулезом работников уранодобывающего предприятия, группа сравнения — 54 больных туберкулезом жителей г. Краснокаменска, имевших постоянное место работы, не связанное с урановым производством.

**Результаты.** Установлен более высокий среднемноголетний уровень заболеваемости туберкулезом среди работников уранового производства ( $Me=70,1^0/_{0000}$  [40,2–115,5]), не зависящий от уровня ( $Me=13,2^0/_{0000}$  [9,7–31,8]) и тренда заболеваемости постоянного работающего населения города ( $r_s=0,382$ ; p=0,247). Выявлены менее благоприятные клинические и эпидемиологические проявления туберкулезной инфекции у лиц, связанных с работой на урановых рудниках: ранняя манифестация заболевания, преимущественно у лиц молодого возраста. В клинической структуре работающих на предприятии значимо чаще регистрировались внелегочные процессы (12,5% - в основной группе и 1,9% соответственно в группе сравнения; p=4,52). Взятые в разработку показатели, имеющие важное эпидемиологическое значение (деструктивность, бактериовыделение, лекарственная устойчивость), имели большую распространенность в группе работников уранового производства, что существенно повлияло на подход к комплексному лечению пациентов основной группы.

**Заключение.** В ходе исследования установлено, что среди рабочих уранодобывающего предприятия установлен высокий среднемноголетний уровень заболеваемости. Отмечена тенденция к большей распространенности основных клинических и эпидемиологических показателей. Полученные результаты существенно влияют на дальнейшее комплексное лечение паииентов.

**Ключевые слова.** Туберкулез, клиническое течение, урановая руда, радон, радиационное воздействие. **Moreva A. Yu**<sup>1,2</sup>., **Bayke E.E.**  $^3$ 

# TUBERCULOSIS IN THE IRRADIATED PEOPLES. THE RESULTS OF A PROSPECTIVE STUDY. <sup>1</sup>Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, Irkutsk, Russia <sup>2</sup>Krasnokamensk Regional hospital № 4, Krasnokamensk, Russia <sup>3</sup> Chita State Medical Academy, Chita, Russia

#### Summary

The aim of the research. To identify epidemiological and clinical peculiarities of tuberculosis in different categories of the irradiated people, a prospective study was conducted among workers of the uranium mining enterprise located in the town of Krasnokamensk in Zabaykalsky krai.

Materials and methods. For the formation of study groups the method of continuous sampling was applied. The main group consisted of 40 cases of tuberculosis workers of the uranium mining enterprise, the comparison group of 54 patients with tuberculosis residents of the town of Krasnokamensk, who had a permanent place of work, not connected with uranium production. A higher average long-term level of incidence of tuberculosis was proved to be among workers of uranium production ( $M=70,1^0/_{0000}[40,2-115,5]$ ), independent of the level ( $M=13,2^0/_{0000}[a\ 9.7-31.8\ mm]$ ) and the trend of the incidence of permanent working population of the city ( $r_s=0,382$ ; p=0,247).

**Results.** A higher average long-term level of incidence of tuberculosis among workers of uranium production (IU=70,10/0000 [40,2-115,5]) was detected. It is independent from the level (IU=13,20/0000 [9,7-31,8]) and trend of the incidence of permanent working population of the town. Less favorable clinical and epidemiological manifestations of tuberculosis infection of people connected with work in uranium mines have been established: young people mainly have an early manifestation of the disease. Extrapulmonary processes were recorded significantly more often in the clinical structure of employees at the enterprise (12,5% in the control group and 1.9% respectively in the comparison group; R=4,52). The indicators taken in the development have important epidemiological significance. Destructiveness, bacterial excretion, drug resistance were more prevalent in the group of workers of uranium production, which significantly influenced the approach to the comprehensive treatment of patients of the main group.

**Conclusion.** The study found high long-term morbidity among the workers of the uranium mining enterprise. There was a trend to greater prevalence of the main clinical and epidemiological indicators. The obtained results significantly affect the further complex treatment of the patients.

Key words: Tuberculosis, clinical course, uranium ore, radon, radiation exposure.

При добыче и переработке урановых руд наибольшую эффективную дозу облучения получают рабочие, деятельность которых связана с непосредственным контактом с радиоактивными горными породами. Полученная доза складывается из мощности эффективной дозы  $\gamma$ -излучения на рабочем месте, обусловленная первичным содержанием радионуклидов в горных породах (мкЗв/час), величиной эквивалентной равновесной объемной активности радона и торона в воздухе рабочей зоны (Бк/м³), а также удельной активностью в производственной пыли  $^{238}$ Uи  $^{232}$ Th, находящихся в радиоактивном равновесии с членами своего ряда (кБк/кг), с учетом среднегодовой запыленности воздуха в зоне дыхания.

Все биологические эффекты и последствия воздействия ионизирующих излучений на человека принято разделять на два класса – детерминированные и стохастические эффекты. Детерминированные эффекты – это клинически значимые эффекты, которые проявляются острой или хронической лучевой болезнью, лучевыми ожогами, катарактой хрусталика глаз, клинически регистрируемыми нарушениями гемопоэза и носят пороговый характер, то есть зависят от дозы воздействия. Стохастические эффекты или отдаленные последствия облучения не имеют дозового порога, их реализация возможна при сколь угодно малой дозе облучения [1, 2, 3].

В настоящее время существуют исследования, указывающие на возможность ионизирующего излучения вызывать соматическую патологию, а в ряде случаев утяжелять ее течение [4, 5, 6]. В частности, эти данные получены для заболеваний системы кровообращения.

Несмотря на всестороннее и длительное изучение различных аспектов влияния указанных факторов на организм человека, общепризнанным остается лишь факт развития дополнительных случаев новообразований легких [7, 8, 9], органов пищеварения [10] и остаются малоизученными вопросы, связанные с проблемой тяжести течения соматической патологии. Что же касается инфекционной патологии и, в частности, туберкулеза — то этот аспект проблемы до настоящего времени мало освящен в научной литературе.

Учитывая вышеизложенное, в настоящем исследовании изучены клинико-эпидемиологические особенности развития и течения впервые выявленного туберкулеза у лиц, подвергающихся различным уровням радиационного воздействия и, соответственно, отнесенных к различным категориям облучаемых лиц. Обозначенная проблема имеет существенное значение для российского здравоохранения в связи с широким распространением туберкулеза в нашей стране и необходимостью выявления уязвимых групп населения с целью совершенствования системы эпидемиологического надзора за этой социально-значимой инфекцией.

**Цель исследования** — оценка эпидемиологических и клинических проявлений туберкулеза среди связанного с добычей урановых руд работающего населения при различных уровнях радиационного воздействия.

**Материалы и методы**. Проведено проспективное исследование методом сплошной выборки впервые выявленных больных туберкулезом и имевших постоянное место работы жителей г. Краснокаменска за период 2005–2015 гг. Город расположен в юго-восточной час-

ти Забайкальского края. Основным градообразующим предприятием является Приаргунское производственное горно-химическое объединение (ППГХО). Это уранодобывающее предприятие России, основанное в 1968 году, располагается в 18–20 км от города в непосредственной близи от рудного тела месторождения. Добыча урана ведется подземным способом, на базе подземных рудников. Готовой продукцией предприятия является закись-окись урана —  $U_3O_8$ .

Критерии включения участников в исследование: наличие постоянного места работы, возраст от 20 до 60 лет, впервые установленный и подтвержденный коллегиально диагноз туберкулеза любой органной локализации. От каждого участника проекта получено информированное согласие на обработку данных.

Сформированная выборка представлена 94 участниками, которые были поделены на две группы. Основную группу наблюдения (n=40) составили работники ППГХО, чья трудовая деятельность была связана с вредными условиями труда (радиационное воздействие). Группа сравнения (n=54) — заболевшие туберкулезом жители г. Краснокаменска, которые не работали на урановом руднике и не связывали свою профессиональную деятельность с какими-либо вредными производственными факторами. Все участники исследования имели одинаковый уровень оказания медицинской помощи — обслуживание в одном медицинском учреждении.

Группы наблюдения были сопоставимы по возрасту пациентов: медиана распределения возраста в основной группе составила 41 год, в группе сравнения – 38 лет (p>0,05). По половому признаку имело место неравнозначное распределение пациентов в сформированных группах. В основной группе наблюдения доля мужчин составила 82,5% (n=33), а в группе сравнения - 57,4% (n=31) ( $\chi^2$ =5,55; p=0,018). Более высокий удельный вес мужчин в основной группе обусловлен преимущественно физически тяжелым характером работы на ППГХО, что отразилось на распределении лиц мужского пола при отборе претендентов на работу в подземные рудники.

В работе использованы описательные и аналитические эпидемиологические методы, применена выкопировка медицинской документации (амбулаторная карта больного туберкулезом, карта стационарного туберкулезного больного).

В ходе исследования проведено изучение многолетнего движения заболеваемости и отдельных показателей клинического проявления впервые выявленного туберкулеза за период 2005–2015 гг. у групп взрослого работающего населения с постоянным местом проживания в г. Краснокаменске. Учитывая, что анализ заболеваемости туберкулезом на ППГХО проводился среди лиц, связанных с радиационным воздействием, для расчета этого показателя использована численность персонала, связанного с воздействием ионизирующего излучения. Для расчета заболеваемости в группе сравнения использовано количество работающего населения в г. Краснокаменске за аналогичный период времени. Для выявления временных характеристик манифестации туберкулезного процесса, помимо среднемноголетних показателей первичных данных, использована оценка распределения впервые выявленных больных по производственному стажу (до 5 лет, 5-15 лет и более 15 лет) и по возрастным группам пациентов (20-35; 36-50 и 51-60 лет).

Статистическая обработка результатов исследования проведена по непараметрическим критериям с использованием пакетов программ «STATISTICA-10» и рекомендаций, изложенных в соответствующих руководствах [11,12]. Первичные данные в работе представлены в виде абсолютных (n) и относительных величин с доверительными интервалами (P [ДИ $_{0,95}$ ]). Значимость различий качественных признаков оценена при помощи критерия  $\chi 2$  и его модификаций (поправка Йейтса при Pабс<10, двусторонний точный критерий Фишера при Pабс<5). При сравнении частоты исходов среди исследуемых вычисляли отношения рисков и доверительные интервалы к нему (OP, [ДИ $_{0,95}$ ]). Для оценки многолетнего движения заболеваемости использован метод расчета темпов прироста (Тпр.) по средней геометрической, рассчитанной по выровненным данным с использованием метода наименьших квадратов. Корреляционный анализ (по Спирмену) между динамическими рядами заболеваемости туберкулезом в сравниваемых группах. Для оценки колеблемости показателей заболевае

мости во времени использован коэффициент монотонности. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез (р) принят равным 0,05.

**Результаты**. Сопоставление статистических данных, характеризующих движение заболеваемости туберкулезом, показало, что в основной группе наблюдения медиана распределения этого показателя  $(70,1^0/_{0000}$  [40,2–115,5]) значимо превышает аналогичные данные относительно группы сравнения  $(13,2^0/_{0000}$  [9,7–31,8]) и имеет место менее интенсивное ее снижение в течение анализируемого периода (таблица 1). Тем не менее, сравнительное движение заболеваемости в его многолетней динамике в изучаемых группах носило достаточно близкий, но не связанный друг с другом характер. Об этом свидетельствует как отсутствие значимых различий между сравниваемыми динамическими рядами (коэффициент корреляции  $r_s$ =0,382; p=0,247), так и практически равнозначные коэффициенты монотонности (в основной группе 0,97, в группе сравнения).

Таблица 1 Многолетняя динамика заболеваемости туберкулезом работающего населения г. Краснокаменска и работников ППГХО

Население г. Краснокаменска	Заболеваемость, <sup>0</sup> / <sub>0000</sub> (Ме [ДИ <sub>0,95</sub> ])	Уравнение регрессии	Среднегодовой темп прироста, %
Работники ППГХО	<b>70,1</b> [40,2–115,5]	-4,768+104,580	-6,3
Работающее			
вне ППГХО	13,2 [9,7–31,8]	-1,636+25,931	-10,6
население города			

Примечание: [ДИ] – доверительные интервалы для медианы рассчитаны по ранговой таблице; полужирный шрифт – статистическая значимость различий показателя

Оценка распределения впервые выявленного туберкулеза между изучаемыми группами в зависимости от трудового стажа (до 5 лет, 5-15 и более 15 лет) не выявила между ними значимых различий. Однако такие изменения были выявлены при сравнении пациентов по различным возрастным группам (рисунок 1).



**Рис. 1.** Доля пациентов разного возраста на момент выявления туберкулеза среди работников ППГХО (основная группа) и работающих вне данного учреждения жителей г. Краснокаменска (группа сравнения) (%).

Установлено и статистически подтверждено более редкое выявление туберкулеза в основной группе наблюдения у больных 36–50 лет, смещение возраста манифестации заболевания в более молодой возраст, не характерное для пациентов сравниваемой группы ( $\chi^2$ =8,0, p=0,004). Возрастное распределение больных, не связанных с урановым производством, соответствует канонам фтизиатрии и согласуется с аналогичными данными многочисленных литературных источников. Следует также отметить, что значимая доля лиц молодого возраста (20–35 лет), заболевших туберкулезом работников уранового производства, не свя-

зана, как это можно было бы предположить, с сопутствующей ВИЧ-инфекцией. Доля больных с коморбидной патологией на предприятии составила 2,7% (n=1), в группе сравнения – у 8,5% (n=4); (p=0,390).

Клиническая структура впервые выявленного туберкулеза проанализирована с учетом локализации и пораженности туберкулезным процессом и наличием внелегочных форм. К ограниченным процессам отнесены формы туберкулеза, сопровождающиеся воспалением на ограниченном участке одного или обоих легких (не более 3х сегментов), при отсутствии деструкции в области поражения.

Таблица 2 Распределение клинических форм туберкулеза в сформированных группах пациентов ( $P_{aбc}$ /% [ДИ $_{0.95}$ ])

	Сравниваемые группы		Статистические показатели	
Формы процесса	Основная группа абс/%(n=40)	Контрольная группа абс/%(n=54)	р	ОР [ДИ <sub>0,95</sub> ]
Ограниченные	16/40,0	31/57,4	p=0,095	0,7 [0,5–1,1]
Распространенные	19/47,5	22/40,7	p=0,513	1,2 [0,7–1,8]
ВЛТ	5/12,5	1/1,9	p=4,52	6,7 [0,8–55,5]

Примечание: полужирный шрифт – статистическая значимость различий показателей с поправкой  $\chi^2$  на правдоподобие.

По основным взятым в разработку формам, характеризующим распространенность процесса, не было выявлено значимых различий (p>0,05), тем не менее данные показатели в основной группе имели более неблагоприятную направленность. Так же среди пациентов основной группы значимо чаще наблюдались внелегочные формы. Анализируя показатели, характеризующие эпидемиологическую направленность туберкулеза, установлено: деструктивные изменения в зоне туберкулезного поражения выявлены у 35,0% (n=14) больных основной группы и у 20,4% (n=11) пациентов группы сравнения (p=0,113); выделение возбудителя во внешнюю среду – у 35,0% (n=14) и у 18,5% (n=10) больных, соответственно (p=0,070). Лекарственная устойчивость микобактерий туберкулеза (любого вида, в том числе множественная лекарственная устойчивость) к противотуберкулезным препаратам в основной группе наблюдения регистрировалась в более половины случаев пациентов (57,2%; n=8), аналогичная картина наблюдалась в группе сравнения (50,0%; n=5) (p=0,945). Тем не менее, обращает внимание, что все взятые в разработку показатели (деструктивность, бактериовыделение, лекарственная устойчивость) имеют большую распространенность в группе работников уранового производства.

Медицинская помощь впервые выявленным пациентам с туберкулезом оказывалась многоуровневой противотуберкулезной службой в условиях края (включая стационарное лечение в Забайкальском краевом клиническом фтизиопульмонологическом центре г. Чита; Забайкальской краевой туберкулезной больнице п. Агинское; стационарное и полное диспансерное лечение и наблюдение фтизиатрами ГУЗКБ № 4 г. Краснокаменск). Результаты эффективности лечения пациентов учитывались по основным канонам фтизиатрии (перевод в ІІІ группу диспансерного учета, закрытие полости распада и прекращение бактериовыделения к 12 месяцам диспансерного наблюдения). Так в основной группе пациентов закрытие полости распада к 12 месяцев лечения наблюдалось у 64,3% (n=9), в группе сравнения данный показатель составил 90,9% (n=9); (р=0,180). Прекращение бактериовыделения к 12 месяцам лечения среди работающих на предприятии составило 85,7% (n=12), у пациентов контроля 90,0% (n=9); (р=1,00). Перевод для дальнейшего наблюдения в ІІІ группу диспансерного учета составил в основной группе 75,0% (n=30), в контрольной группе 83,4% (n=45); (р=0,462). Несмотря на отсутствие значимых различий в эффективности лечения, установлено, что пациенты опытной группы значимо чаще подвергались оперативному лечению - в

37,5% (15 пациентов основной группы), 18,5% контрольной группы (10 пациентов); (p=0,039), что в свою очередь отразилось на длительности средних сроков пребывания на листе нетрудоспособности (p=5,5; p<0,01; согласно t –критерию).

Обсуждение. В литературе достаточно часто рассматривается тема посвященная установлению ассоциативной связи между вредными производственными факторами и последующими патологическими изменений в организме работающих. Так авторами описывается высокая частота развития бронхолегочной патологии у работников горнорудных предприятий: бронхиальная астма, пылевой бронхит пневмокониозы, туберкулез [13, 14, 15, 16, 17]. Установлена связь между частотой развития заболевания и стажем работы [15]. Авторами описаны отдельные данные о радиоактивной загрязненности и развитии туберкулеза [18], о влиянии радиационного облучения на противотуберкулезный иммунитет [19]. Однако в литературе не освещены вопросы клинического проявления в условиях облучения на урановых предприятиях. Проведенное исследование выявило более высокие показатели заболеваемости туберкулезом среди работников уранодобывающего предприятия на протяжении 11летнего периода, не зависящие от уровня и тренда заболеваемости сопоставимого населения, не подвергнутого риску ионизирующего облучения. Этот факт и смещение заболеваемости сотрудников предприятия в более молодую возрастную когорту при отсутствии других мощных негативных факторов влияния (естественное течение ВИЧ-инфекции и др.), исходная принадлежность трудоустраиваемых лиц к первой группе здоровья позволяют расценивать ионизирующее облучение как ранее неизвестный фактор риска туберкулеза.

#### Выводы:

- 1. Установлен более высокий среднемноголетний уровень заболеваемости туберкулезом среди работников уранового производства (Me= $70,1^0/_{0000}$  [40,2–115,5]), не зависящий от уровня (Me= $13,2^0/_{0000}$  [9,7–31,8]) и тренда заболеваемости постоянного работающего населения города ( $r_s$ =0,382; p=0,247).
- 2. Установлено и статистически подтверждено более редкое выявление туберкулеза в основной группе наблюдения у больных 36–50 лет, смещение возраста манифестации заболевания в более молодой возраст, не характерное для пациентов сравниваемой группы.
- 3. В клинической структуре впервые выявленного туберкулеза значимо чаще регистрировались внелегочные формы туберкулеза.
- 4. По основным клиническим показателям туберкулеза, имеющим выраженную эпидемиологическую направленность, и фтизиатрическим показателям, позволяющим оценить эффективность лечения, не было выявлено значимых межгрупповых различий. Однако данные показатели имели большую распространенность в группе работников уранового производства, что повлияло на характер комплексного лечения, в том числе значимо чаще применяемые методы оперативного вмешательства среди пациентов предприятия.

#### Литература:

- 1. Куренкова Г.В. Природные источники ионизирующего излучения на рабочих местах: проблемы оценки условий труда и радиационного риска. Сибирский медицинский журнал. 2013. 3. 59-63.
- 2. Обатуров Г.М. Биофизические модели радиобиологических эффектов. М.: Энергоатомиздат. 1987. 656.
- 3. Стрельцова В.Н., Москалев Ю.И. Бластомогенное действие ионизирующей радиации. М.: Медицина. 1964. 383.
- 4. Голованев С.М. Радон и канцерогенный риск в г. Москва. Радиационная гигиена. 2015. 8 (1). 16-20.
- 5. Макаров О.А., Савченков М.Ф., Ильин В.П., Колесникова Л.И. Радон и здоровье населения. Новосибирск. 2000. 145.
- 6. Поцелуев Н.Ю., Салдан И.П., Баландович Б.А., Околелова О.В., Филиппова С.П. Гигиеническая оценка индивидуальных годовых доз природного облучения населения модельных территорий Алтайского края. Радиационная гигиена. 2016. 9 (3). 28-35.

- 7. Петин В.Г., Пронкевич М.Д. Анализ действия малых доз ионизирующего облучения на на онкозаболеваемость человека. Радиация и риск. 2012. 21 (1). 39-57.
- 8. Тихонов М.Н. Влияние малых доз ионизирующей радиации на здоровье человека. Экология промышленного производства. 2011. 2. 27-39.
- 9. Cuddihy R.G., Boecker B.B., Griffith W.C. Modeling the Deposition and Clearance of Inhaled Radionuclides. Biological Implications of Radionuclides Released from Nuclear Industries. Proceed of Symposium. IAEA. Vienna. 1979. 2. 77-90.
- 10. Hinds P.W., Finlay C.A., Quartin R.S., Baker S.J. Mutant p53 DNA clones from human colon carcinomas cooperate with rat in transforming primary rat cells: a comparison of the "hot spot" mutant phenotypes. Cell growth & differentiation. Molecular biology journal of the American Association for Cancer Research. 1990. 1. 571-580.
- 11. Зуева Л.П., Яфаев Р.Х., Еремин С.Р. Эпидемиологическая диагностика. СПб.: ГОУ ВПО СПбГМА им. И.И. Мечникова. 2003. 264.
- 12. Савилов Е.Д., Астафьев В.А., Жданова С.Н., Заруднев Е.А. Эпидемиологический анализ. Методы статистической обработки материала Новосибирск.: Наука. 2011. 156.
- 13. Захаренков. В.В., Морозова О.А., Виблая И.В. Особенности развития силикотуберкулеза у рабочих предприятий черной металлургии. Бюллетень ВСНЦ СОРАМН. 2012. 87 (5). 82-85.
- 14. Любченко П. Н., Пискунова Г.Г., Агафонов Б.В. О профессиональной заболеваемости рабочих промышленных предприятий московской области. Альманах клинической медицины. 2000. 3. 17-24.
- 15. Сюрин С.А., Гущин И.В., Рогачева И.И. Особенности бронхолегочной патологии у рабочих карбонильного производства никеля в условиях Кольского севера. Экология труда. 2010. 7. 20-24.
- 16. Терегулова З.С., Таирова Э.И. Особенности формирования профессиональной заболеваемости у рабочих горнорудных предприятий. Бюллетень ВСНЦ СОРАМН. 2006. 3.109-110.
- 17. Хорошилова Л.С., Трофимова И.В. Здоровье работников угольной отрасли и ее влияние на демографическую ситуацию в Кемеровской области. Вестник КемГУ. 2012. 49 (1). 248-252.
- 18. Ноздрачева Е.В., Тимченко Л.Д. Выявление зависимости между радиоактивной загрязненностью местности и эпидемиологической ситуацией по туберкулезу. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2011. 2. 82-83.
- 19. Калечиц О.М., Альхимович В.А. Туберкулез и чернобыльская трагедия. Состоянием прогноз. Проблемы туберкулеза. 1990. 11. 14-16

#### **References:**

- 1. Kurenkova G. V. Natural sources of ionizing radiation at the workplace: the problems of assessing working conditions and radiation risk. Sibirskij medicinskij zhurnal. 2013. 3. 59-63. in Russian
- 2. Obaturov G. M. Biophysical model of radiobiological effects. Moscow. Energoatomizdat. 1987. 656. in Russian.
- 3. Streltsova V. N., Moskalev, Yu. I. Blastomogenic the action of ionizing radiation. Moscow. Meditsina. 1964. 383. in Russian.
- 4. Golovanov S. M. Radon and cancer risk in Moscow. Radiacionnaya gigiena. 2015. 8 (1). 16-20.in Russian.
- 5. Makarov O. A., Savchenkov M.F., Ilin V.P., Kolesnikova, L. I. Radon and public health. Novosibirsk. 2000. 145. in Russian.
- 6. Poceluev N.Yu., Saldan I. P., Balandovich B. A., Okolelova O. V., Filippov S. P. Hygienic assessment of individual annual doses of natural exposure of the population of the model territories of the Altai territory. Radiacionnaya gigiena. 2016. 9 (3). 28-35. in Russian.
- 7. Petin V. G., Pronkevich M. D. Analysis of the effect of low doses of ionizing radiation on incidence of tumor. Radiaciya i risk. 2012. 21 (1). 39-57. in Russian.

- 8. Tikhonov M. N. Effect of low doses of ionizing radiation on human health. Ekologiya promyshlennogo proizvodstva. 2011. 2. 27-39. in Russian.
- 9. Cuddihy R.G., Boecker B.B., Griffith W.C. Modeling the Deposition and Clearance of Inhaled Radionuclides. Biological Implications of Radionuclides Released from Nuclear Industries. Proceed of Symposium. IAEA. Vienna. 1979. 2. 77-90.
- 10. Hinds P.W., Finlay C.A., Quartin R.S., Baker S.J. Mutant p53 DNA clones from human colon carcinomas cooperate with rat in transforming primary rat cells: a comparison of the "hot spot" mutant phenotypes. Cell growth & differentiation. Molecular biology journal of the American Association for Cancer Research. 1990. 1. 571-580.
- 11. Zueva L.P., Yafaev R. H., Eremin S. R. Epidemiological diagnosis. Sankt-Petersburg. Mechnikov. 2003. 264. in Russian.
- 12. Savilov E.D., Astafyev V.A., Zhdanova S.N., Zarudnev E.A. Epidemiological analysis. Methods of statistical processing of the material. Novosibirsk. Nauka. 2011. 156. in Russian.
- 13. Zakharenkov. V.V., Morozova O.A., Viblaya I.V. Features of development of silicotuberculosis the workers of the enterprises of ferrous metallurgy. Byulleten' VSNC SO RAMN. 2012. 87(5). 82-85. in Russian.
- 14. Lyubchenko P.N., Piskunova G.G., Agafonov B.V. About professional diseases of workers the industrial enterprises in Moscow region. Al'manah klinicheskoj mediciny. 2000. 3. 17-24. in Russian.
- 15. Syurin S.A., Gushchin I.V., Rogacheva I.I. The features of bronchopulmonary pathology in workers of carbonyl Nickel production in the North of the Kola Peninsula. Ekologiya truda. 2010. 7. 20-24. in Russian.
- 16. Teregulova Z.S., Tairov E.I. The features of formation of professional morbidity of workers of mining enterprises. Byulleten' VSNC SO RAMN. 2006. 3.109-110. in Russian.
- 17. Khoroshilova L.S., Trofimova I.V. The Health of workers of the coal industry and its impact on the demographic situation in Kemerovo region. Vestnik KemGU. 2012. 49 (1). 248-252. in Russian.
- 18. Nozdrachev E.V., Timchenko L.D. Determination of dependence between radioactive contamination of the area and the epidemiological situation of tuberculosis. Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. 2. 82-83. in Russian.
- 19. Kalechyts O.M., Alkhimovich V.A. Tuberculosis and the Chernobyl tragedy. State forecast. Problemy tuberkuleza. 1990. 11. 14-16. in Russian.