



Державний агроекологічний
університет

**Проблеми
сільськогосподарської радіології:
17 років після аварії
на Чорнобильській АЕС**

*(Доповіді учасників четвертої міжнародної
науково-практичної конференції)*

19-21 червня 2003 року



Житомир 2003

42. Круковський А.М. Опосередкований вплив соціальної інфраструктури на ефективність агарного виробництва Житомирської області.....	171
43. Давидюк Ю.В. Економіко-екологічні проблеми та шляхи розвитку природокористування в зонах, що постраждали в результаті аварії на ЧАЕС.....	175
44. Кутек Т.Б. Вплив малих доз радіації на організм людини та його наслідки.....	178
45. Шваб А.П. Оцінка затрат на природоохоронну діяльність підприємства.....	183
46. Орликовський М.О. Територія пріоритетного розвитку як основа надходження інвестицій в АПК Житомирської області.....	185
47. Зелінська А.М., Соколова А.О. Організаційно-економічний механізм регулювання умов праці працівників рослинництва на радіоактивно забруднених територіях.....	189
48. Віленчук О.М. Екологічне страхування, як інструмент протидії екологічним ризикам в АПК.....	192
49. Світличин І.І. Інвестиційна діяльність – чинник розвитку молочної галузі зони радіоактивного забруднення Житомирщини.....	197
50. Глібов Р.В. Активізація інвестиційної політики сільськогосподарськими підприємствами – основа стабілізації ринку молока.....	200
51. Горальський Л.П. Гістоморфологія та морфометричні показники органів овець, підданих радіаційному опроміненню.....	203
52. Литвак П.В., Корбут Г.О., Вискушенко А.П., Пилипко І.М., Ремезова О.О. Стан і проблеми радіаційної безпеки на території Житомирської області, забрудненій радіонуклідами після аварії на ЧАЕС (ландшафтно-екологічний аспект).....	206
53. Дяченко Т.Ф. Фолікулогенез у яєчниках теличок, які вирощувались на радіоактивно забрудненій території.....	210
54. Блажкевич Т.П. Системність екологічних проблем сучасності.....	213
55. Ясковець І.І., Онищук В.А., Прокопенко Л.А., Кутлахметов В.О. Моделювання обігу радіонуклідів на присадибних ділянках українського Полісся.....	214
Анотації.....	219

ВПЛИВ МАЛИХ ДОЗ РАДІАЦІЇ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ТА ЙОГО НАСЛІДКИ

У статті розглянуто наслідки впливу малих доз радіації на організм людини. Проаналізовано та узагальнено результати численних досліджень, присвячених стану здоров'я різних груп населення, яке проживає в умовах радіаційного забруднення.

“Природа помститься бездуховним, помститься через війни, землетруси, хвороби, повені” [28].

Людський організм знаходиться в дуже тісних взаємовідносинах із зовнішнім світом. Наявність чи відсутність їжі, фізичні умови середовища, рівень його забруднення – ось ті головні чинники, з якими нерозривно пов'язана життєдіяльність організму. Усунення зовнішніх несприятливих чинників може призвести до того, що тривалість життя індивідуума співпадає з видовою її межею.

Так, якщо середня тривалість життя людини складає біля 70 років, то вікова її межа може бути рівною 167 рокам [16].

“Доля жорстоко карає людину за те, що вона перестала вважати себе породженням і складовою частиною Матері-Природи. Не опинившись перед загрозою самознищення, людина, очевидно, не могла передбачити усієї глибини небезпеки своєї діяльності на шляху технічного прогресу” [22].

Ці вислови підтверджують досить небезпечну ситуацію, яка склалася у нашому житті. Сьогодні людство має необмежену кількість високоосвічених людей, найдосконалішу техніку, неабияку скарбницю духовних досягнень. І в той же час світ ще не мав такої кількості хворих людей, швидких темпів зростання нових невиліковуваних хвороб, переваги смертності над народжуваністю.

Така ситуація склалася внаслідок аварії на четвертому блоці Чорнобильської атомної станції. 8% населення України – це ті, кому довелося, і не відомо, скільком поколінням ще доведеться віддавати страшну данину Чорнобильській трагедії.

Метою даної статті є аналіз механізмів біологічної дії малих доз радіації на організм людини та узагальнення наслідків Чорнобильської катастрофи за допомогою використання різноманітної інформації. Для цього було використано аналіз літературних джерел, метод порівняльного аналізу.

При вивченні радіоактивного забруднення в зоні після Чорнобильської аварії основну увагу було приділено таким радіонуклідам, як цезій-137 і стронцій-90. З'явившись в організмі, різні радіонукліди затримуються в ньому від кількох днів до багатьох років, тим самим ушкоджуючи його. Цезій – 137 і стронцій – 90 – довгоживучі радіонукліди з великим періодом напіврозпаду [23].

Радіоактивний цезій розподіляється в організмі рівномірно, що обумовлено хімічною схожістю його із калієм. Рівномірний розподіл радіонуклідів в організмі означає, що радіонукліди цезію опромінюють не окремі органи, як йод-131 [17], а організм в цілому. Цезій-137 утворюється внаслідок розпаду ксенона – 137, а період його напіврозпаду становить 30 років. Період напіввиведення цезію-137 з організму дорослого – 110 діб, а дітей – 20 – 50 діб. Він поступає в організм переважно з їжею і тривалий час діє як джерело іонізуючого випромінювання. 80% цезію-137 відкладається у м'язовій тканині, а 8% - у кістках. Виведення з організму даного радіонукліду відбувається через нирки та шлунково-кишковий тракт у співвідношенні 4:1 [19,21].

Радіонукліди стронцію-90 мають тенденцію абсорбуватись кістковою тканиною і затримуються в організмі на багато десятиріч [27]. Період напіврозпаду стронцію становить 29 років. Як і цезій-137 стронцій-90 потрапляє в організм з їжею і накопичується в ньому до 20%. З часом накопичення його зменшується.

Кількість засвоєння і накопичення стронцію у кістках пов'язано із вмістом кальцію в продуктах харчування. Кальцій є антагоністом стронцію в обмінних процесах [10].

У результаті впливу радіації на організм відбуваються зміни на клітинному рівні. Найбільш вразливими є кровотворні, клітини ембріональних тканин, злоякісних пухлин. Це клітини, які швидко діляться [30], а саме їх ядро і хромосоми. В ядрах порушуються енергетичні процеси, можуть бути хромосомні аберації, змінюється структура ДНК. Із клітин, які повільно діляться, більш радіочутливими є лімфоцити та первинні статеві клітини [24].

Одними з найбільш радіочутливих систем організму відмічено кровотворну та імунну системи. Зміни у різних ланках імунної системи, які відбуваються під впливом радіонуклідів, порушують основну її функцію – захист від екзогенних і ендогенних генетично чужорідних речовин [12].

Реакція організму на дію іонізуючого випромінювання не вичерпується ураженням радіочутливих тканин, а являє собою складний ряд явищ, які розвиваються в структурах різних функціональних систем організму. Насамперед, це нервова і ендокринна системи. Саме вони повинні контролювати адаптацію організму до екстремальних впливів [25].

Серцево-судинна система бере безпосередню участь у реакції адаптації організму до навколишнього середовища. Зрушення в ній були виявлені в широкому діапазоні доз разового і повторного опромінення. Матеріали цих спостережень викладено в багатьох публікаціях [26]. Зміни в серцево-судинній системі є наслідком регуляторних порушень. У ранні строки і при малих дозах опромінення, регуляторні зрушення носять переважно адекватний характер. Пізніше недостатність регуляції стає більш чіткою і виникають ознаки мікроструктурних змін, які суттєво відбиваються на гемодинаміці і функції органів із зміною кровообігу. Це в більшості випадків відмічається послабленням функції скорочування міокарду [29], ішемічною хворобою серця, гіпертонією [15].

Крім вище перелічених патологій, в людському організмі відмічено значне порушення опорно-рухового апарату, а саме дегенеративні і дистрофічні зміни в кістковій і хрящовій тканинах. Радіоізотопи, накопичені в кістковій тканині є джерелом іонізуючого опромінення і негативно впливають, по-перше, на кісткову тканину, вражаючи руховий апарат, що супроводжується злоякісними змінами, по-друге, на кровотворний орган – кістковий мозок, розміщений у губковій речовині кістки. Внаслідок цього знижується кровотворна функція, розвиваються лейкози, анемія [11].

В. Г. Владимиров [8] вважає, що при опроміненні організму малими дозами радіації (менше 0,5 Гр) суттєвих негативних змін не відбувається. Але тривалі спостереження за людьми, які проживають в умовах підвищеної радіації, дозволили виявити підвищену вегетативну лабільність, емотивність, загальну слабкість організму, сонливість, апатію [7].

Вчені [2] встановили цілий комплекс відхилень у психічній сфері людини: зниження розумової працездатності, швидку стомлюваність, погіршення пам'яті, що пов'язують із тривалим проживанням під впливом малих доз радіації.

Радіобіологія малих доз та потужностей спирається на певні досягнення, отримані при аналізі попередніх радіаційних аварій на ядерних реакторах у різних точках земної кулі в різні роки (1945 – 1986): 1957р. – Киштимськ (Урал), 1958р. – Чок-Рівер (Канада), 1961р. – Айдахо-Фолс (США), 1964р. – Білоярська АЕС, 1966р. – Мелекеська АЕС, 1966 р. – Детройт (США), 1969 р. – Люсан (Швейцарія), 1969 р. – Лінген (ФРН), 1972 р. – Чок-Рівер (Канада), 1972-1973 р. – (США), 1974 р. – Ленінградська АЕС, 1975 р. – Брауне (США), 1975 р. – Ленінградська АЕС, 1975 р. – Гундреммінген (ФРН), 1977 р. – Клінтон (США) 1977 р. – Брюнсбюттель (ФРН), 1977, 1978 р.р. – Білоярська АЕС, 1978 р. – Антверпен (Бельгія), 1979 р. – Тримайл-Айленд (США), 1981 р. – Цуруга (Японія), 1981 р. – Ля Аг (Франція), 1982 р. – Чорнобильська АЕС, 1982 р. – Вірменська АЕС, 1985 р. – Балаковська АЕС, 1986 р. – Уебберс-Фолс (США), 1986 р. – Селлаферт (Англія), 1986 р. – Чорнобильська АЕС [20].

Але, тільки Серпневі вибухи над Хіросімою та Нагасакі можна в де-якій мірі порівняти з Чорнобильською катастрофою як за масштабом викиду радіонуклідів у біосферу, так і за ступенем впливу на маси людей.

Із результатів численних експериментальних досліджень і досвіду Хіросіми та Нагасакі відмічено ряд віддалених наслідків опромінення людства. Найбільш загальний

віддалений ефект, що є наслідком як підвищення смертності від інших віддалених наслідків опромінення (раки, лейкози), так і прискореного старіння – скорочення середньої тривалості життя. [4]. Проблема скорочення тривалості життя, підвищення смертності серед потерпілих від Чорнобильської аварії в Україні, Білорусії та Росії вельми актуальна. Це спостерігається протягом багатьох післячорнобильських років.

За останні роки моніторингові спостереження вчених дають підставу констатувати: після Чорнобильської катастрофи крива смертності в Україні різко піднялась вгору [1].

За даними Міністерства охорони здоров'я протягом останніх 12 незалежних років населення України зменшилося на 1,5 мільйона чоловік. Щороку в середньому помирає 850 тисяч українських громадян, тоді як народжується вдвічі менше [5]. На статистику смертності впливає ще й загальне погіршення економічного рівня життя. Постчорнобильські чинники – тривалий емоційний стрес для тих, хто проживає на забрудненій території, вплив малих доз радіації ускладнюють і без того нестерпні екологічні та економічні умови нашого життя.

Ще одним з найбільш віддалених наслідків опромінення людських популяцій є лейкози, які вражають населення в результаті опромінення. Згідно статистики, лейкози – перші в групі ракових захворювань, які вражають населення в результаті опромінення.

Захворювання гострими та хронічними лейкозами серед японського населення “хібакуся” почало зростати в перші 5 – 12 років, особливо у дітей. Найбільш стійкими до лейкозогенної дії радіації виявилися особи віком 10 – 20 років. Японські вчені дослідили таку закономірність: чим більше в молодому віці опромінена людина, тим коротшим є латентний період до можливого розвитку різного роду хвороб [5].

Після аварії в Чорнобилі пройшло 17 років, проте масового зростання захворювання на лейкози не відбулося, крім випадків лейкозу у дітей.

Встановлено, що через 17 років після Чорнобильської аварії зберігається ризик розвитку патології опромінених органів і систем щитовидної залози, легень, шлунково-кишкового тракту, кровоносної та імунної систем [18].

Через 7 – 12 років після вибухів у Хіросімі та Нагасакі відмічено зростання раку щитовидної залози. Через 15 – 20 років продовжувалось зростання різних злоякісних новоутворень. Внаслідок Чорнобильської аварії рак щитовидної залози відзначено вже в 1991 – 1992 роках у Білорусії. На Україні початок підйому захворювання щитовидки відмічено в 1992 – 1993 роках. Але випадки онкопатології щитовидної залози у дітей відмічено ще з 1990 року [3]. Щитовидна залоза займає особливе місце в організмі людини і є дуже радіочутливим органом.

При дії малих доз радіації здійснюється перегрупування секреторних елементів, утворюючи нові фолікули, але повноцінного відновлення тиреоїдних клітин не відбувається [9]. Радіоізотопи йоду в щитовидній залозі інтенсивно акумулюються і швидко входять до складу тиреоїдних гормонів, а виводяться із залози та організму відносно повільно. При опроміненні в дозах одиниць Грей функціональна активність щитовидної залози підвищується, що спостерігається через декілька років після радіаційного впливу. У віддалені строки після опромінення гіперфункція може змінитись гіпофункцією. Порушення можуть виявлятися не тільки в зниженні секреції гормонів, але й у їх активності, що веде до дисгормональних зрушень в ендокринній системі.

До числа віддалених наслідків опромінення належать також нефросклероз і частіше судинні зміни. Дослідження контингентів ризику аварії на ЧАЕС підтверджують високу радіочутливість судинної системи та системи її регуляції до впливу малих доз радіації [14].

Генетичні ефекти радіації зводяться до дозозалежного виникнення додаткових генних мутацій та хромосомних аберацій. Генні мутації є рецесивними, вони стають причиною додаткових випадків спадкових хвороб, що виявляються лише у 2 – 5 поколіннях нащадків опромінених осіб. Адже для прояву рецесивного дефекту необхідний вступ для шлюбу двох носіїв ідентичного мутаційного гену. Ці ефекти радіації будуть виявлятися протягом 25 – 150 років після аварії та призведуть до появи 60 – 180 тисяч додаткових випадків захворювань у поколіннях усього світу [4].

Таким чином, аналіз літератури вітчизняних і зарубіжних вчених доводить, що аварія на ЧАЕС поставила перед медициною і радіобіологією багато проблем, пов'язаних із негативним впливом малих доз радіації на стан здоров'я людей, які потерпіли в результаті аварії.

На третій частині території України зафіксовано підвищений радіаційний фон. Постраждало 12 областей, де знаходиться 74 радіаційно-забруднених райони, 2294 адміністративних пунктів. Мешканці цих небезпечних зон – 3,2 мільйона людей.

Як свідчать дані Українського наукового центру радіаційної медицини, Чорнобильська аварія спричинила ряд захворювань у населення, що проживає в радіаційно забруднених зонах. Пріоритетне місце серед хвороб займають захворювання органів дихання – 44,7%, розлади нервової системи – 9%, органів травлення – 6,2%, хвороби крові – 6,1%.

Отже, проаналізовано і узагальнено численну кількість наукової літератури, в якій велику увагу зосереджено на вивченні стану здоров'я дітей (О. А. Бобильова, 1992; Л. М. Булат, 1993; О. А. Давиденко, 1993; С. М. Дмитренко, 2002; Н. Н. Евтушенко, 1992; И. В. Кошель, А. Г. Румянцева, 1991; В. Е. Курбанова, 1995; О. П. Перфілов із співавт., 1993; В. М. Пономаренко, 1993; Н. І. Сінчук, 1994; Л. А. Щеплягіна, 1991), підлітків (В. А. Барков, 1994; Ю. А. Крупко - Большова, И. Б. Вовк, В. Ф. Петербуржская, 1993; А. С. Куц, 1997; Е. И. Плехова із співавт., 1991), молоді (Г. К. Борисов, Л. Н. Ананич, В. С. Шкиленок, 1997; К. П. Козлова 1996; В. С. Кушнирук, 1980), дорослого населення (Л. Н. Астахова, 1990; М. Д. Бриллиант, А. И. Воробьев, Е. Е. Гогин, 1987; Д. М. Гродзинский, 1991; В. С. Дмитриев, 1994; Л. О. Добровольский, 1993; Л. А. Крижановская, 1996; О. П. Незгода, 1995), які проживають на територіях "чорнобильського сліду".

Вищезазначеними дослідженнями переконливо доведено і підтверджено факти, які свідчать про збільшення кількості хронічних захворювань, виникнення нових захворювань, послаблення захисних сил організму та погіршення стану здоров'я населення, яке зазнало радіаційного впливу внаслідок Чорнобильської катастрофи.

Погіршується становище, коли після радіаційного ураження людина й далі змушена жити в умовах забруднених радіацією. Тому питання пошуку шляхів захисту свого здоров'я, в ситуації, яка склалася, вимагають детального вивчення і дедалі набувають більшого значення для вчених і людства усього світу.

До основних заходів, спрямованих на підвищення опірності організму до патогенних чинників довкілля, покращення стану здоров'я слід віднести: раціональне харчування, вітамінізація, фітотерапія, гігієнічно обгрунтований режим праці і відпочинку, фізіотерапія, своєчасний медичний контроль та профілактика захворювань.

Література:

1. АВРАМЕНКО О.Н. Чернобыль: правда и только правда. // Трибуна лектора, 1990. - №4. - С.38.
2. АНТОНЕНКО В.В., БОРЩЕВСКИЙ М.И., МУЗЫЧУК С.Т., ПИЛИПЕНКО А.И. Психологическая реабилитация детей Чернобыля на отдыхе вне постоянного места жительства. // Социально-психологическая реабилитация детей и подростков, пострадавших от Чернобыльской катастрофы. – К.: Укр. РНПФ "Мед. екол.", 1992. – С. 119-122.
3. АСТАХОВА Л. Н. Состояние тиреоидной системы и особенности формирования ее патологии у населения БССР, подвергшегося воздействию радионуклидов йода в связи с аварией на Чернобыльской АЭС// Здравоохранение Белорусии. – 1990 - №6. – С. 11 – 16.
4. БАРАБОЙ В.Г. Медичні наслідки аварії на Чорнобильській АЕС: по десяти роках // Укр. наук. - мед. молодіжн. журн. - 1995. - №3. - С.1-6.
5. БЕБЕШКО В.Г., КОВАЛЕНКО А.Н., ЧУМАК А.А. и соавт. Клинические аспекты последствий аварии на Чернобыльской АЭС на этапе 1986 - 1990 гг. (Основные направления научных исследований) // Вестник АМН СССР. - 1991. - №11. - С.14-18.
6. БИОЛОГИЧЕСКИЕ эффекты при длительном поступлении радионуклидов / В.В. Борисова, Т.М. Воеводина, А.В. Федорова, Н.Г. Яковлева. - Москва: Энергоатомиздат, 1988. - 168 с.

7. БРИЛЛИАНТ М. Д., ВОРОБЬЕВ А. И., ГОГИН Е. Е. Отдаленные последствия действий малых доз ионизирующей радиации на человека// Терапевт, арх.- 1987.- №6. - С. 3 – 8.
8. ВЛАДИМИРОВ В.Г. Биологические эффекты при внешнем воздействии малых доз ионизирующих излучений // Военно медицинский журнал. - Москва, 1989. - №4. - С.44-46.
9. ГЕРАСИМОВ Г. А. Влияние ионизирующей радиации на щитовидную железу// Пробл. Эндокринологии. – 1991. - №4 – С. 64 – 66.
10. ГОРОВИЙ П. С., ЛЮБЕЦЬКИЙ А. С., ЧЕРНИШЕНКО Т. М. Вплив довгострокової дії малих доз радіації на стан здоров'я дітей-школярів// Проблеми реабілітації розумової і фізичної працездатності учнівської молоді, яка проживає в зоні підвищеної радіації. Тези доп. Міжвуз. Конф. – Вінниця, 1992. – С. 5 – 7.
11. ГОРЯНА Г.А. Позбавтеся остеохондрозу. 2-е вид., доп. - К.:Либідь, 1994. – 80с.
12. ГРОДЗИНСКИЙ Д.М. К пятой годовщине аварии на Чернобыльской АЭС // Радиобиология. -1991.-т.31, вып.2.-С.163-166.
13. ГУЖАЛОВСЬКИЙ А. А. Особенности физического воспитания школьников, проживающих в условиях радиационного загрязнения// Материалы науч.-практ. конф. Особенности учебно-воспитательного процесса с детьми, которые подверглись радиационному влиянию. – Минск, 1992. – С. 108 – 110
14. ДМИТРИЕВ В. С. Особенности физической реабилитации населения территорий “Чернобыльского следа”// Фізична культура, спорт та здоров'я нації: Матер. міжнар. Наук. – практ. конф. – Вінниця, 1994. – Ч.2 – С. 279 – 280.
15. ДОРОГАЙ А. П. Значення хронотерапії і антиоксидантів при лікуванні та вторинній профілактиці хвороб системи кровообігу// Чернобыль и здоровье людей: Тез. докл. науч.-практ. конф. – К., 1993. – Ч. 1. - С. 17.
16. ЖИРМУНСЬКИЙ А.В. Збереження і зміцнення здоров'я населення України // Матеріали науково-практичної конференції медичних і педагогічних працівників України “Зберегти життя на землі”. – К., 1993, С. 7-8.
17. ИЛЬИН Л.А. Медицинские аспекты аварии на Чернобыльской АЭС. - Москва: Энергоатомиздат, 1988. - 80 с.
18. КАЗАКОВ В.С., МАТЮХИН В.А., АСТАХОВА Л.Н. и др. Состояние здоровья населения Беларуси, подвергшегося воздействию радионуклидов в связи с аварией на ЧАЭС // Катастрофа на Чернобыльской АЭС и оценка состояния здоровья населения. Научные труды – Минск, 1991.- Выпуск1.- С. 3-18.
19. КЛІНІКО-ЕЛЕКТРОНЕЙРОМІОГРАФІЧНИЙ стан функцій нервово-м'язової системи нижніх кінцівок у дітей, які довгий час мешкають на територіях з підвищеним радіаційним фоном/ О. П. Перфілов, О. М. Василенко, Л. Г. Кирилова та ін. // Тези доп. ІХ з'їзду дит. Лікарів України. – Одеса, 1993 – С. 139 – 140.
20. КУЦ А.С. Организационно-методические основы физкультурно-оздоровительной работы со школьниками, проживающими в условиях повышенной радиоактивности. Дис ... докт. пед. наук. .. 24.00.02. Національний ун-т фіз. вих. і спорту України.- К., 1997 – 400 с.
21. ЛЮЦКО А. М., РОЛЕВИЧ И. В., ТЕРНОВ В. И. Выжить после Чернобыля. – Минск: Беларусь, 1990. – 108 с.
22. МОВЧАНЮК В.О. Актуальні проблеми збереження і зміцнення здоров'я населення України // Матеріали науково-практичної конференції медичних і педагогічних працівників України “Зберегти життя на землі”. - К., 1993, С.5 -6.
23. МОИСЕЕВ А.А. Цезий -137, окружающая среда, человек.- Москва: Энергоатомиздат, 1984. - 120 с.
24. МОСКАЛЕВ Ю.И. Отдаленные последствия воздействия ионизирующих излучений. - Москва: Медицина, 1991. - 464 с.
25. МОСКАЛЕВ Ю.И., КУДРИЦКИЙ Ю. К. Состояние и перспективы исследования влияния малых доз ионизирующего излучения на здоровье человека// Мед. Радиология. – 1983. – 4. – С. 70 – 74.
26. МОЛЧАНОВ Н.С. Влияние некоторых видов ионизирующей радиации на сердечно-сосудистую систему // Труды 7- съезда терапевтов УССР. - Киев, 1989. - С. 84- 92.

27. ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ гомеостаз у лиц, подвергшихся радиационному воздействию в связи с аварией на ЧАЭС / Л.М. Овсянникова, С.М.Аляхина, А.М.Протас и др. // Чернобыль и здоровье людей : Тез.докл.науч.- практ.- К., 1993.-Ч.2.-С.225-226.
28. ФРОЛОВ В.М., ПЕРЕСАДИН Н.А. Современные проблемы медицинской экологии и здоровья в свете учения П.К. Иванова //Матеріали наук.пр.конф. "Зберегти життя на землі" . - Київ. - 1993.- С.27-28.
29. APPLEFELD M.M. Radiation - induced disease // Primery Carhol. - 1986. Vol.12. P.159 - 162, 164 - 170.
30. BAREDSSEN G.W. Dose Fractionation dose rate and iso effect relationship for normal reponses // Int. I.Radiat. - 1982. - Vol.8. - P.1982 - 1998.