

РАЗДЕЛ 5. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ И АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННО- ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Н. О. Азовская, В. В. Перетрухин, Г. А. Чернушевич,
Белорусский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ

Studies of the effects of ionizing radiation on human health show that even small doses of radiation increase the risk of birth defects and genetic diseases in the population and, as a rule, leads to the development of acute radiation sickness. The absorbed dose from external irradiation and radionuclides absorbed during respiration, incorporated with food, depends on the intensity, time of exposure to ionizing radiation, type and energy of radiation, half-life, physical and chemical properties of radio nuclides, the distribution of human organs and tissues and the rate of excretion from the body. The strategy for the rehabilitation of radionuclide-contaminated areas is to reduce radiation doses to levels that achieve an acceptable level of radiation risk. Hence, the main tasks of radiation safety of the population are the implementation of a set of protective measures aimed at eliminating any unjustified exposure and reducing individual and collective radiation doses.

Проблема малых доз ионизирующих излучений была и остается наиболее сложной, имеющей не только радиобиологическое, но и социально-экономическое значение. Исследования последствий воздействия ионизирующих излучений на здоровье людей, выполненные до чернобыльской аварии, показывают, что радиация является самым мощным канцерогенным фактором по уровню воздействия на людей и повышают риски появления врожденных дефектов и генетических болезней [1].

Данные о связи между повреждениями в генетическом аппарате и целым рядом тяжелых болезней позволяют сделать вывод, что не существует безопасной дозы облучения и что при любой, даже самой малой дозе облучения риск возникновения целого ряда заболеваний пропорционален дозе облучения..

Под влиянием ионизирующих излучений в организме происходят торможение функций кроветворных органов, нарушение нормальной свертываемости крови и увеличение хрупкости кровеносных сосудов, расстройство деятельности желудочно-

кишечного тракта, снижение сопротивляемости организма инфекционным заболеваниям, увеличение числа лейкоцитов (лейкоцитоз), раннее старение [2].

В настоящее время наибольшая часть (70 %) территорий радиоактивного загрязнения лесного фонда отнесена к зоне с периодическим радиационным контролем с плотностью загрязнения почв цезием-137 от 37 кБк/м² до 185 кБк/м². Загрязненный лесной фонд является источником радиационной опасности для населения и работников лесохозяйственного комплекса [3]. Нынешнее состояние окружающей среды, несмотря на 33 года, прошедших с момента катастрофы на Чернобыльской АЭС оказывает существенное влияние на здоровье населения, проживающее в экологически неблагоприятных регионах Республики Беларусь. До настоящего времени, несмотря на процессы естественного физического распада цезия-137 и стронция-90, загрязнение этими радионуклидами древесины и пищевой продукции леса в пострадавших от аварии регионах Беларуси уменьшается крайне медленно, за 33 года после аварии площадь загрязнения лесов сократилась с 1,73 примерно до 1,27 млн. га.

На загрязненных радионуклидами территориях лесного фонда в соответствии с «Правилами ведения лесного хозяйства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на ЧАЭС» организована особая система ведения лесохозяйственной деятельности, обеспечивающая в течение длительного времени эффективное проведение лесохозяйственных мероприятий, безопасные условия труда и получение нормативно чистой продукции [4].

Изменения, возникающие в организме, под действием ионизирующего излучения, называются радиационными эффектами. Ионизирующие излучения при воздействии на организм человека могут вызвать два вида эффектов, которые клинической медициной относятся к болезням: детерминированные пороговые эффекты и стохастические беспороговые эффекты [5].

Детерминированные (предопределенные) пороговые эффекты (лучевая болезнь, лучевой ожог, катаракта, бесплодие, аномалии в развитии плода), наблюдаются при дозах более 1 Грей. Возникают непосредственно после

воздействия ионизирующих излучений на организм (в течение нескольких часов, дней), или через более продолжительный период времени, в зависимости от полученной дозы.

Стохастические (спонтанные, возникающие случайно при дозах менее 1 Грей) беспороговые эффекты возникают в том случае, когда облученная клетка не гибнет, а изменяется. Измененная клетка в результате последующих делений приводит к развитию злокачественной опухоли, лейкозу и наследственным болезням. Возникновение заболевания является случайным событием, которое может реализоваться по истечении продолжительного периода после облучения. Этот период называют скрытым или латентным. После завершения латентного периода человек может заболеть, однако может и не заболеть. Повреждение клеточных структур формируется в результате ионизации атомов, молекул и макромолекул с образованием радикалов. Возникшие соединения вступают в химические реакции с неповрежденными молекулами белка, ферментов и других элементов биоткани, образуя новые токсические соединения – радиотоксины, что приводит к нарушению биохимических процессов в организме, а при больших дозах к развитию лучевой болезни.

При осуществлении комплекса защитных мер следует учитывать, что главную дозовую нагрузку от воздействия радиации жители загрязненных регионов Беларуси получают за счет потребления продуктов питания, произведенных в частном секторе, и даров леса, не прошедших промышленной переработки.

Системная работа по снижению риска облучения работников лесного комплекса и населения, проживающего на загрязненных территориях обеспечивается комплексом защитных мероприятий включающим:

1) *организационно-технические* – организация системы радиационного контроля земель лесного фонда, мониторинг радиационной обстановки в лесном фонде, контроль содержания радионуклидов в лесных ресурсах. Радиационное обследование земель лесного фонда осуществляется в соответствии с ТКП 240-2010 при плотности загрязнения почв цезием-137 более 37 кБк/м² [6].

2) *технологические защитные мероприятия* включают малолюдные

технологии, соблюдение сезонности при производстве лесохозяйственных работ, их механизация, охрана лесов от пожаров [7].

3) *ограничительные мероприятия* включают нормирование содержания радионуклидов в лесных ресурсах, ограничение времени работы в зонах с повышенным радиационным фоном для снижения дозовых нагрузок. Нормирование содержания радионуклидов в лесных ресурсах осуществляется в соответствии РДУ/ЛХ-2001 [8] и РДУ-99 [9].

Расчет предельно допустимой продолжительности работы (T_d) в зонах с повышенным радиационным фоном проводится по формуле:

$$T_d = \frac{E}{H} - H_0, \quad (1)$$

где E – допустимый предел годовой эффективной дозы (1000 мкЗв/год);

H – мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на рабочем месте, мкЗв/ч;

H_0 – естественный радиационный фон (принимается равным 0,095 мкЗв/ч).

В питании населения, наряду с грибами используются и лесные ягоды.

При хроническом потреблении загрязненных цезием-137 продуктов расчет индивидуальной дозы внутреннего облучения осуществляется по формуле:

$$H_{\text{вн}} = k \sum_i m_i \cdot A_{m_i}, \quad (2)$$

где k – пересчетный коэффициент, равный $1,3 \cdot 10^{-5}$ мЗв/Бк;

m_i – годовое потребление i продукта питания, кг;

A_{m_i} – удельная активность i продукта, Бк/кг.

Возможные дозы облучения при потреблении населением 10 кг грибов в год, собранных на загрязненных территориях представлены в таблице.

4) *информационные мероприятия* включают постоянное информирование населения через СМИ о радиационной обстановке в лесном фонде и возможности использования лесной продукции.

Результаты оценки ожидаемых доз за счет потребления грибов

Поверхностное загрязнение ^{137}Cs , Ки/км ² (кБк/м ²)	Доза за счет потребления грибов, мЗв/год
1–5 (37–185)	0,05–0,25
5–15 (185–555)	0,25–0,75
15–45 (555–1480)	0,75–2
>40 (>1480)	>2

5) *социально-экономические* мероприятия включают охрану труда, производственную санитарию, улучшение качества жизни и медико-санитарное обслуживание работников;

б) *предупредительные защитные* мероприятия включают зонирование территорий вокруг АЭС и других радиационно-опасных объектов.

Таким образом, при хроническом облучении человека небольшими дозами в течение длительного времени, в том числе и от радионуклидов попавших внутрь организма происходят обратимые и необратимые изменения в организме растянутые во времени. Наносимые организму повреждения частично восстанавливаются. Доза в 0,5 Зв приводящая при однократном облучении к болезненным ощущениям, при хроническом облучении, растянутом во времени на 10 и более лет, к видимым явлениям не приводит.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гофман, Дж. Чернобыльская авария: Радиационные последствия для настоящего и будущих поколений / Дж. Гофман. Пер. с англ. Э. И. Волмянского. – Минск: Выш. школа, 1994. – 574 с.

2. Радиация. Дозы, эффекты, риск: Пер. с англ. – Москва: Мир, 1988. – 79 с.

3. Ипатьев, В. А. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыльской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации. / В. А. Ипатьев, В. Ф. Багинский, И. М. Булавик. – Гомель: Институт леса, 1999.

4. Правила ведения лесного хозяйства на территориях, подвергшихся

радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на ЧАЭС. – Гомель: Ин-т радиологии, 2017. – 48 с.

5. Ролевич, И. В. Радиационная безопасность после техногенных аварий / И. В. Ролевич [и др.]. – Минск: Амалфея, 2013. 632 с.

6. Радиационный контроль. Обследование земель лесного фонда. Порядок проведения: ТКП 240-2010. – Введ. 01.06.2010. – Минск, 2010. – 24 с.

7. Правила пожарной безопасности в лесах Республики Беларусь: постановление Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, 19 декабря 2016 г., № 70 // Национальный правовой Интернет-портал РБ. – 04.02.2017, 8/31562.

8. Республиканские допустимые уровни содержания цезия-137 в древесине, продукции из древесины и древесных материалов и прочей пищевой продукции лесного хозяйства (РДУ/ЛХ-2001): ГН 2.6.1.10-1-01-2001.

9. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов Cs-137 и St-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99): ГН 10-117-99.