

**Abstract** – The paper formulates the type of planned economic and other activities the construction of a disposal facility for very low-level waste (VLLW) at the Rostov NPP with a volume of 11000 m<sup>3</sup>. Information about the formation and handling of very low-level waste (VLLW) at the Rostov NPP is given. The characteristics of a disposal facility for very low-level waste (VLLW) with a volume of 11,000 m<sup>3</sup> have been formulated. The project documentation provides for the construction of a disposal facility for very low-level waste intended for the disposal of VLLW of hazard classes III, IV and V that meet the acceptance criteria for disposal and are generated as a result of the production activities of the Rostov NPP. Construction is carried out in 2 stages. Key words: Rostov NPP, very low-level waste (VLLW), very low-level waste disposal site, planned (planned) activity, gamma-emitting waste, dose, activity, radiation monitoring, industrial waste, facilities.

*Key words:* Rostov NPP, very low-level waste (VLLW), very low-level waste disposal site, planned (planned) activity, gamma-emitting waste, dose, activity, radiation monitoring, industrial waste, facilities.

УДК 57.017.6:57.084.1

## **ДИНАМИКА СМЕРТНОСТИ НАЗЕМНОГО МОЛЛЮСКА FRUTICICOLA FRUTICUM ПОСЛЕ ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ В ТЕЧЕНИЕ 210 СУТОК**

**Черкасова Е.Е.\* , Лаврентьева Г.В.\*\* , Сынзыныс Б.И.\***

*\*Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск, Россия*

*\*\*Калужский филиал Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, г. Калуга, Россия*

На основании экспериментальных данных лабораторного эксперимента получены значения показателя смертности после острого воздействия  $\gamma$ -облучением в диапазоне от 10 до 300 Гр. Для проведения лабораторного эксперимента были подобраны условия содержания животных, приближенные к естественной среде обитания. Смертность моллюсков в контрольной группе оставалась на нулевом уровне в течение всего эксперимента. В ходе исследований установлены дозо-временные зависимости изменения показателя смертности моллюсков: абсолютная смертность моллюсков всех возрастных групп увеличивается с течением времени после облучения. Радиорезистентность наземного моллюска возрастает при переходе от первой возрастной группы к третьей.

*Ключевые слова:* наземный моллюск, референтный вид,  $\gamma$ -облучение, смертность.

На фоне развития ядерной энергетики обеспечение радиационной безопасности человека и окружающей среды является актуальным направлением [1]. При этом все большую актуальность приобретает экоцентрический принцип нормирования радиационного фактора, который основывается на предложенной и развиваемой в Публикациях МКРЗ концепции «условных (референтных) животных и растений» [2, 3]. МКРЗ предлагает набор референтных организмов, который включает 12 видов, но данный список не является окончательным.

Наземный моллюск не входит в список референтных видов. Однако моллюски являются удобным инструментом биоиндикации при загрязнении окружающей среды благодаря высоким коэффициентам накопления тяжелых металлов и радионуклидов, широкой распространенности, простоте идентификации, короткому жизненному циклу. Моллюски относятся к радиорезистентным организмам [4, 5], однако даже при малых дозах происходят существенные изменения в организме [6]. При этом следует расширить изучение влияния ионизирующего излучения на моллюсков не только в малых дозах, но и в дозах, превышающих значения показателя летальной дозы.

Данная работа направлена на выявление радиационно-индуцированных релевантных эффектов у наземного моллюска *F. fruticum*, а именно на определение показателя смертности при облучении дозами до 300 Гр на протяжении 210 суток облучения.

Объектом исследований является наземный моллюск *F. fruticum*. Пробоотбор моллюсков осуществлялся на территории с фоновыми значениями радионуклидов. Всего было отобрано более 1000 особей без видимых внешних повреждений раковины. Для исследований были выбраны моллюски трех возрастных групп. Возраст моллюсков определялся по количеству оборотов раковины [7, 8]. Перед облучением моллюски находились в лаборатории для адаптации к новым условиям обитания. Облучение моллюсков осуществлялось на  $\gamma$ -установке ГУР-120 в диапазоне доз от 10 до 300 Гр с шагом 10 Гр.

При облучении моллюсков первой возрастной группы (рис. 1) более высокие дозы вызывают более раннюю абсолютную смертность при нулевой смертности в контрольной группе. Также следует отметить, что абсолютная смертность моллюсков фиксируется при облучении дозами от 60 Гр до 300 Гр. Облучение моллюсков дозами от 180-300 Гр вызывает абсолютную смертность через 60 суток после облучения, через 120 суток после облучения абсолютная смертность фиксируется в дозах облучения 80-170 Гр, за исключение доз облучения 90 Гр и 130 Гр, максимальная смертность в данных дозах облучения была обнаружена через 150 суток после облучения. Абсолютная смертность зафиксирована через 180 суток для доз облучения 50, 60 Гр и через 210 суток для дозы облучения 70 Гр.

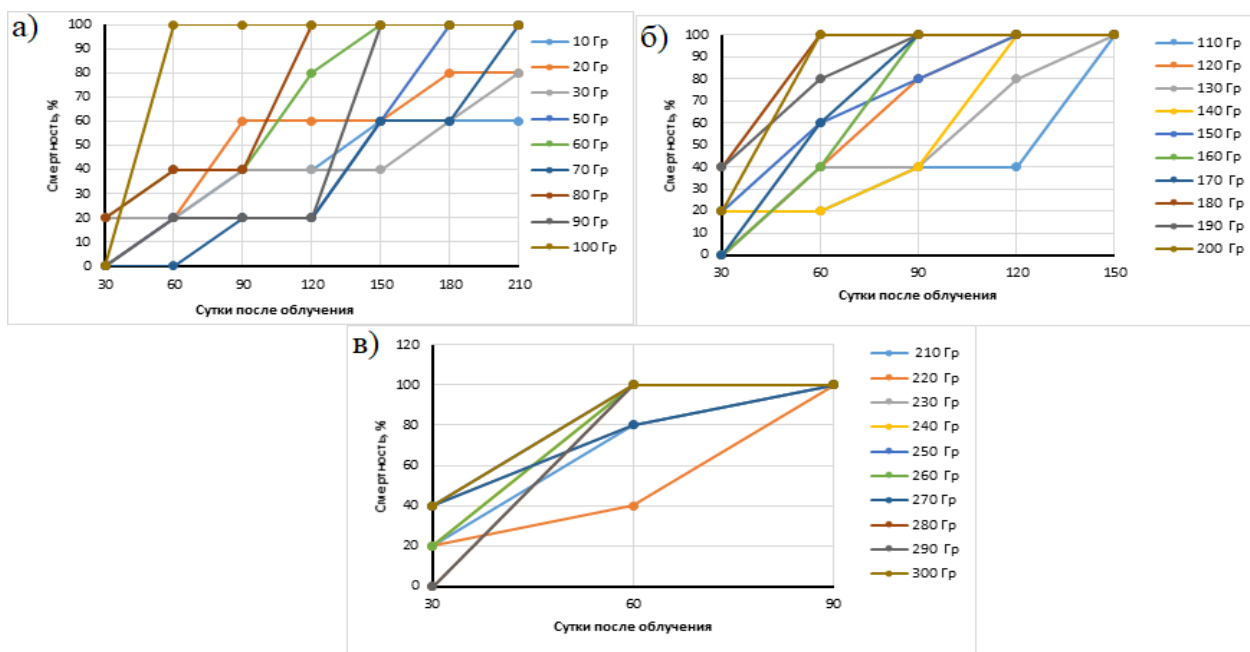


Рисунок 1 – Смертность первой возрастной группы наземного моллюска *F. fruticum*

При облучении моллюсков второй возрастной группы (рис. 2) установлена дозo-временная зависимость изменения смертности: дозы облучения менее 100 Гр не приводят к абсолютной смертности моллюсков на протяжении 210 суток после облучения, более высокие дозы облучения вызывают более раннюю смертность моллюсков. При этом облучение моллюсков дозами 230 Гр, 260 Гр приводит к абсолютной смертности через 120 суток после облучения; дозами 220 Гр, 240-250 Гр, 270-300 Гр 220 – 300 Гр – через 90 суток после облучения; дозой 200 Гр – через 60 суток после облучения; дозой 190 Гр – через 120 суток, дозой 170 Гр – через 150 суток, дозами 110-160 Гр – через 180 суток.

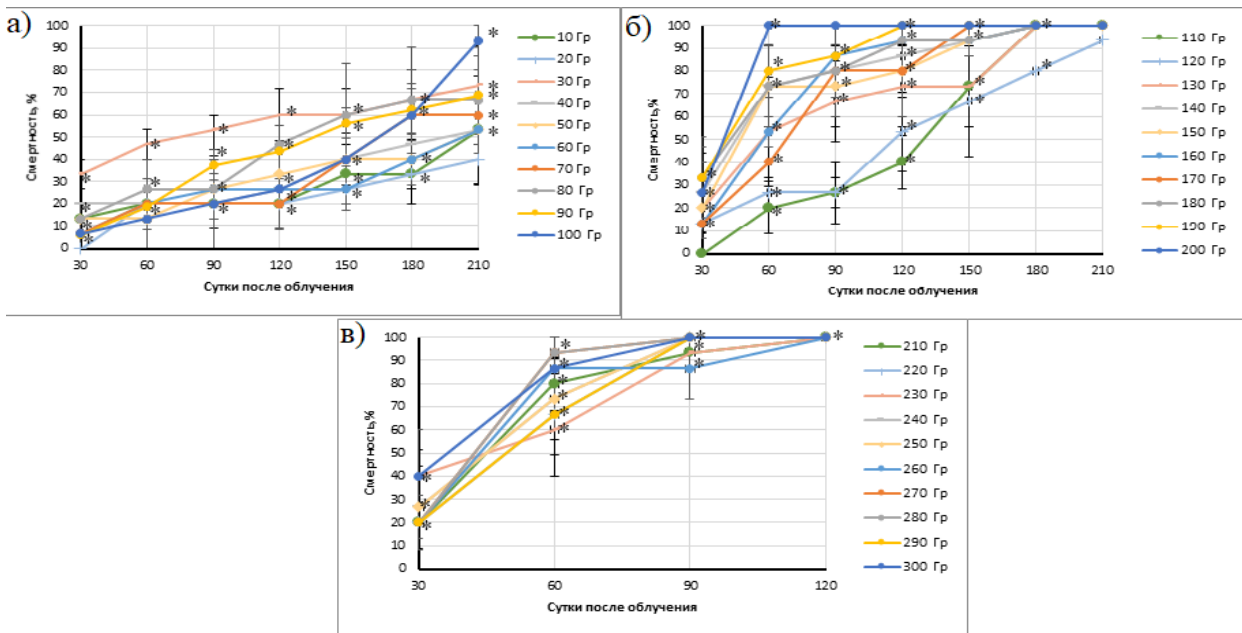


Рисунок 2 – Смертность второй возрастной группы наземного моллюска *F. fruticum*

Установлена дозо-временная зависимость изменения на протяжении 210 суток смертности моллюсков третьей возрастной группы (рис. 3) после облучения дозами 10-300 Гр: более высокие дозы облучения (210-300 Гр) вызывают более раннюю абсолютную смертность. При этом абсолютная смертность моллюсков не отмечается при облучении дозами 130 Гр и менее. Максимальная смертность моллюсков в дозовом диапазоне 140-200 Гр наступает через 120-180 суток после облучения. Для более высоких доз облучения моллюсков (210-300 Гр) абсолютная смертность фиксируется через 60-150 суток после облучения, кроме доз 220 и 250 Гр, где абсолютная смертность была достигнута через 180 суток.

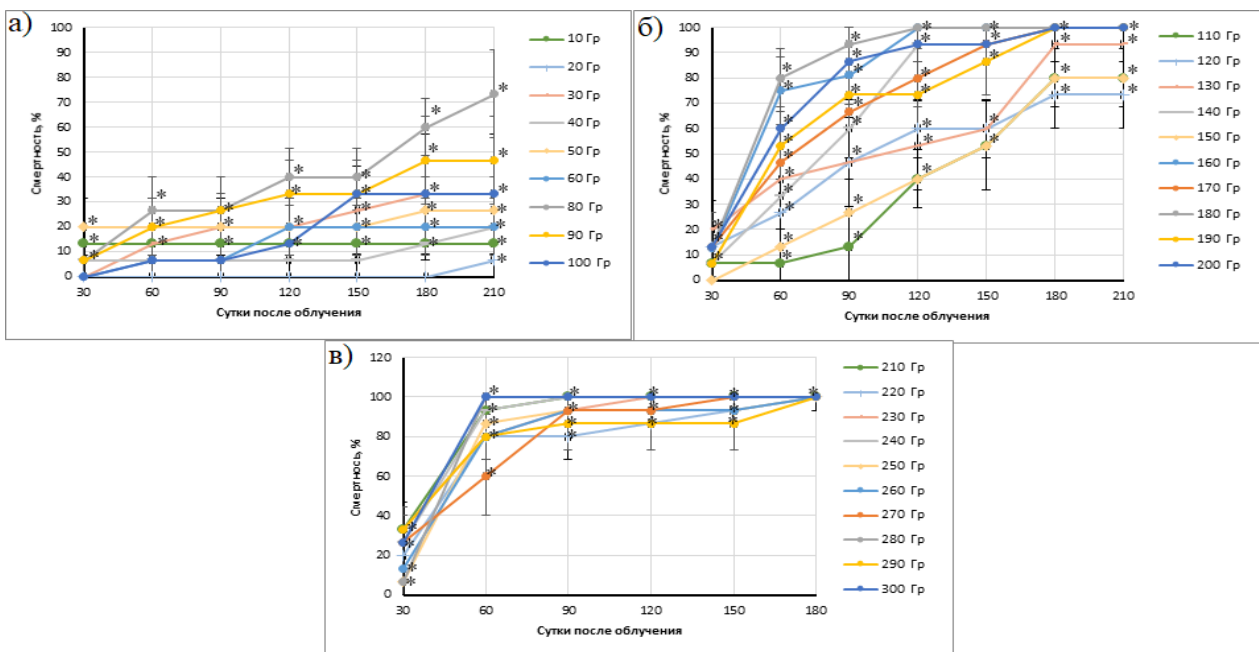


Рисунок 3 – Смертность третьей возрастной группы наземного моллюска *F. fruticum*

В ходе исследований установлены дозо-временные зависимости изменения показателя смертности моллюсков: абсолютная смертность моллюсков всех возрастных групп увеличивается с течением времени после облучения. Абсолютная смертность моллюсков первой и второй возрастных групп отмечается через 60 суток после облучения дозами 100 Гр

и 200 Гр, соответственно, третьей возрастной группы – через 120 суток при облучении дозой 180 Гр на фоне нулевой смертности в контроле.

Радиорезистентность наземного моллюска возрастает при переходе от первой возрастной группы к третьей. При этом через 90 суток к абсолютной смертности моллюсков первой, второй и третьей возрастных групп приводят дозы облучения 160 Гр, 200 Гр и 240 Гр, соответственно. Через 210 суток после облучения – 50 Гр, 110 Гр и 140 Гр, соответственно, для первой, второй и третьей возрастных групп.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крышев И. И. Радиэкологическая обстановка в биосфере и реальность ее оптимизации / И. И. Крышев, Т. Г. Сазыкина // Биосфера. – 2009. – Т. 1. – № 2. – С. 203-217.
2. ICRP Publication 108. Environmental Protection: the Concept and Use of Reference Animals and Plants // Annals of the ICRP – 2008. – P. 251.
3. ICRP Publication 114. Environmental Protection: Transfer Parameters for Reference Animals and Plants // Annals of the ICRP. – 2009. – P. 111.
4. Гудков И. Н. Радиобиология с основами радиэкологии : учебное пособие / И.Н. Гудков, А.Г. Кудяшева, А.А. Москалёв. – Сыктывкар : Изд-во СыктГУ, 2015. – 512 с.,
5. Радиобиология : курс лекций. В 4 ч. Ч. 3. Радиобиология животных и человека / Н. В. Лазаревич, И. И. Сергеева, С. С. Лазаревич. – Горки : БГСХА, 2012. – 103 с.
6. Сынзыныс Б. И. Оценка экологического риска как инструмент прогнозирования состояния экосистемы, сопряженной с хранилищем радиоактивных отходов / Б. И. Сынзыныс, Г. В. Лаврентьева, О. А. Мирзеабасов [и др.] // Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития : тезисы докладов Всероссийской научной конференции, Москва, 20–22 марта 2017 года / ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН». – Москва: Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, 2017. – С. 581-582. – EDN ZNIYGD.
7. Гребенников М. Е., Хохуткин И. М. Содержание тяжелых металлов в наземных моллюсках в районе Среднеуральского медеплавильного завод: материалы научно-практической конференции «Экологические основы стабильного развития Прикамья». Пермь, 2000. С. 43.
8. Сычев А. А., Снегин Э. А. Микропространственная изменчивость демографических и конхиологических параметров в популяциях *Helicopsis striata* (Mollusca; Pulmonata; Hygromiidae) в условиях юга Среднерусской возвышенности // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2016. Т 36. № 4. С. 127-146.

### Mortality Dynamics of the Terrestrial Mollusk *Fruticicola Fruticum* after Gamma Irradiation for 210 Days

**Cherkasova E.E.<sup>\*,1</sup>, Lavrentyeva G.V.<sup>\*,\*\*</sup>, Synzynys B.I.<sup>\*</sup>**

<sup>\*</sup>*Obninsk Institute for Nuclear Power Engineering - branch of the FSAOU VO "NIYAU "MEPhI", Obninsk, Russia*

<sup>\*\*</sup>*Bauman Moscow State Technical University (Kaluga Branch), Kaluga, Russia*

<sup>1</sup>*e-mail: caterinacherkasova@yandex.ru*

**Abstract** – Based on the experimental data of the laboratory experiment, the values of the mortality rate after acute exposure to  $\gamma$ -irradiation in the range from 10 to 300 Gy were obtained. For the laboratory experiment, the conditions of keeping animals close to their natural habitat were selected. The mortality of mollusks in the control group remained at zero throughout the experiment. In the course of studies, dose-time dependences of changes in the mortality rate of shellfish were established: the absolute mortality of shellfish of all age groups increases over time after irradiation. The radioresistance of the terrestrial mollusk increases with the transition from the first age group to the third.

**Key words:** terrestrial mollusk, reference species,  $\gamma$ -irradiation, mortality.