

*А. И. Радьковская*

## **РАСЧЕТ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК И РИСКОВ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ СТОЛИНСКОГО РАЙОНА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Научный руководитель канд. мед. наук, доц. А. Р. Аветисов*

*Кафедра радиационной медицины и экологии*

*Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

***Резюме.** В статье рассматривается возможность использования программных средств моделирования изменений радиационно-экологической обстановки, дозовых нагрузок и рисков для населения на примере Столинского района Брестской области. Проведены анализ и сравнение данных программных расчетов и реальных измерений. Картирование позволило наглядно увидеть распределение дозовых нагрузок по территории радиоактивного загрязнения.*

***Ключевые слова:** программное моделирование, Cs-137, дозовые нагрузки и риски для населения, картирование, Столинский район Брестской области.*

***Resume.** The article describes the possibility of the use of software modeling of the changes of the radiation-ecological situation and doses and risks for the population on the example of Stolin district of Brest region. The results of software calculations and actual measurement were compared and analyzed. The mapping allowed us to visualize the distribution of radiation doses on the territory of radioactive contamination.*

*Keywords: software modeling, Cs-137, doses and risks for the population, mapping, Stolín district of Brest region.*

**Актуальность.** Проблема радиационного загрязнения территории Республики Беларусь после аварии на Чернобыльской АЭС остается актуальной, в том числе и с медицинской точки зрения. Значительная часть радиоактивного загрязнения территории Республики Беларусь приходится на Cs-137. В связи с этим важной задачей является оценка текущей ситуации по данному радионуклиду и прогноз последствий облучения для здоровья населения. Возможность использования программных средств моделирования изменений радиационно-экологической обстановки, дозовых нагрузок и рисков для населения является весьма востребованной и актуальной, т.к. позволяет снизить затраты на дозиметрические исследования.

**Цель:** оценка возможностей программного моделирования дозовых нагрузок и прогнозирование последствий для здоровья населения Столинского района Брестской области по данным загрязнения территории Cs-137.

**Задачи:**

1. Рассчитать и оценить дозовые нагрузки и риски для населения на 1994, 2014 и 2017 годы по данным за 1986 год.
2. Рассчитать и оценить дозовые нагрузки и риски для населения на 2017 год по данным за 2014 год.
3. Сравнить данные программных расчетов с данными реальных измерений.
4. Провести картирование полученных данных с целью визуализации результатов.

**Материал и методы.** Проанализированы данные Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды (далее – ГУ ГИДРОМЕТ). В качестве материала исследования использовались данные по средней плотности загрязнения населенных пунктов Столинского района Брестской области за 1986, 1994 и 2014 годы. Для расчета дозовых нагрузок и рисков использовалась программа RESRAD (onsite) v.7.2. Статистическая обработка данных проведена с использованием программного пакета Statsoft Statistica 10. Картирование данных проводилось при помощи программы GoldenSoftware Surfer v.13.

**Результаты и их обсуждение.** На начальном этапе по данным средней плотности загрязнения по Cs-137 за 1986 год в 99 населенных пунктах Столинского района Брестской области были смоделированы дозовые нагрузки и риски облучения населения на 1994, 2014 и 2017 годы. Данные были систематизированы в виде таблиц в программе Excel отдельно по каждому населенному пункту и в виде сводной таблицы для последующего анализа, сравнения и статистической обработки.

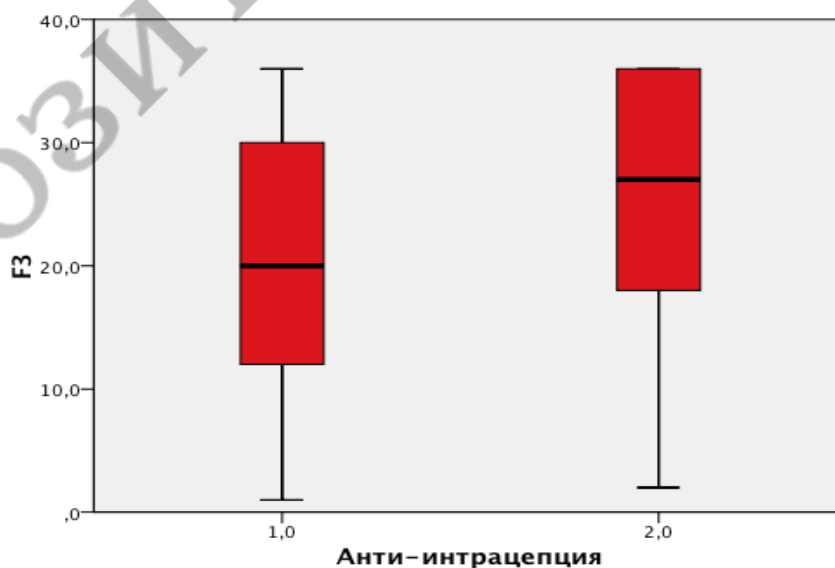
Для того чтобы выяснить, является ли распределение данных радиационного загрязнения территории Столинского района Брестской области на 1994 и 2014 годы нормальным, был использован тест Колмогорова-Смирнова. Вероятность ошибки р составила меньше 0,05 и было выявлено, что распределение исследуемых данных значительно отклоняется от нормального распределения. Поэтому для дальнейшей статистической обработки данных были применены методы непараметрического анализа.

В ходе работы был определен коэффициент ранговой корреляции Спирмена между расчетными данными и реальными измерениями активности Cs-137. Значение коэффициента корреляции  $R > 0,7$  рассматривается как значимая корреляция (показатель высокой тесноты связи), а  $p < 0,05$  - достоверная корреляция. В случае расчета корреляции между смоделированными и реальными данными на 1994 год коэффициент  $R$  составил 0,89, на 2014 год - 0,94 при  $p < 0,01$ . Это подтверждает значительное сходство исследуемых показателей.

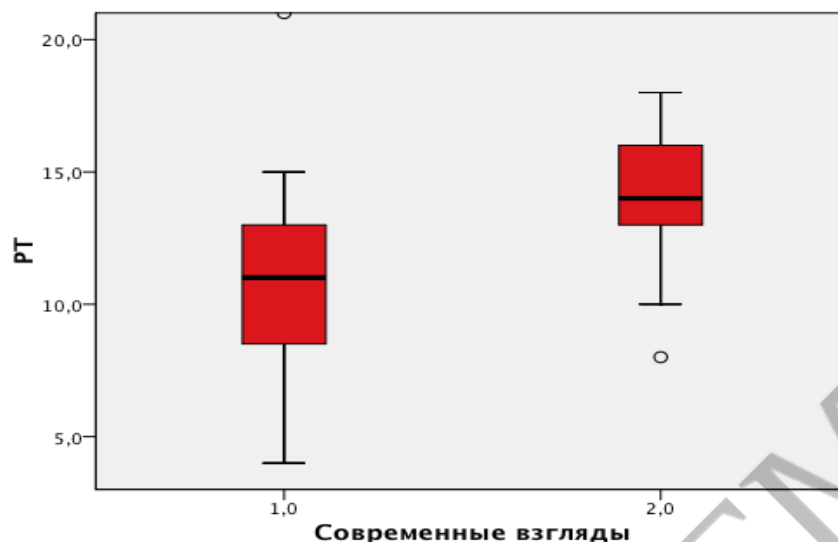
Для анализа полученных данных также был применен Т-критерий Вилкоксона для сопоставления данных реальных дозиметрических измерений и расчетов компьютерного моделирования для населенных пунктов Столинского района Брестской области. Подтвердилось отсутствие существенных различий между программными расчетами и реальными данными.

На следующем этапе исследования на основании данных о средней плотности загрязнения по Cs-137 на 01.01.2015 были смоделированы дозовые нагрузки и риски для населения на 2017 год. Затем было проведено сравнение данных об активности Cs-137 на 2017 год, рассчитанных по исходным данным за 1986 и 1994 годы. Коэффициент корреляции Спирмена составил 0,94,  $p < 0,01$ , что указывает на тесную связь между результатами двух измерений и подтверждает их достоверность.

На заключительном этапе нами было проведено картирование полученных данных с целью их визуализации. *Карты прогноза суммарной годовой эффективной дозы (ГЭД) по Cs-137 на 2017 год по данным 1986 и 2014 годов принципиально не отличаются (рисунки 1, 2). Незначительные различия обусловлены большим числом точек данных за 1986 год - 99 населенных пунктов, 2014 год 51 пункт, и как следствие этого, меньшая «размытость» карты по данным 1986 года. Загрязнение территории Столинского района цезием имеет пятнистый характер, что свидетельствует о неравномерности распределения радиоактивного загрязнения.*

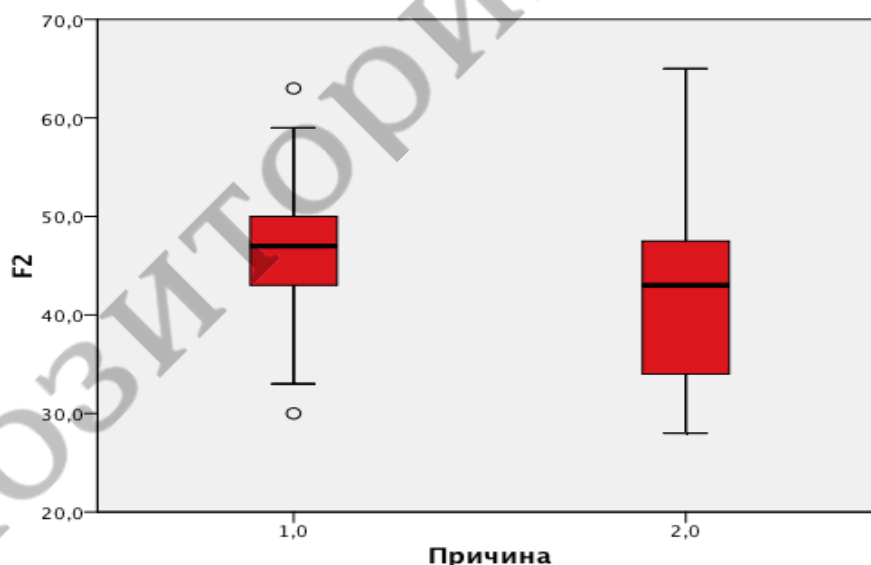


**Рисунок 1** - Карта прогноза суммарной ГЭД по Cs-137 (мкЗв/год) на 2017 год по Столинскому району по данным за 1986 год



**Рисунок 2** - Карта прогноза суммарной ГЭД по Cs-137 (мкЗв/год) на 2017 год по Столинскому району по данным за 2014 год

*В связи с тем, что здоровье людей, подвергшихся большим дозам облучения в результате аварии на ЧАЭС, по-прежнему остается актуальной проблемой, требующей постоянного контроля – также были составлены карты прогноза рисков онкологических заболеваний для населения Столинского района на 2017 год (рисунок 3).*



**Рисунок 3** - Карта прогноза онкологических рисков облучения за счет Cs-137 на 2017 год по Столинскому району по данным за 1986 год

**Выводы:**

1. Компьютерное моделирование дозовых нагрузок и рисков для населения Столинского района Брестской области показало отсутствие существенных отличий между расчетными данными и реальными значениями дозовых нагрузок.
2. Программное моделирование может быть использовано в практических целях для снижения затрат на дозиметрические исследования.

3. Картирование данных позволяет наглядно увидеть распределение дозовых нагрузок по территории загрязнения, а также их изменение в динамике.

*A. I. Radkovskaya*

**CALCULATION OF RADIATION DOSES AND RISKS FOR THE POPULATION WITH THE HELP OF SOFTWARE MODELING ON THE EXAMPLE OF STOLIN DISTRICT OF BREST REGION**

*Tutor associate professor A.R. Avetisov*

*Department of Radiation Medicine and Ecology  
Belarusian State Medical University, Minsk*

**Литература**

1. 15 лет после чернобыльской катастрофы: последствия в Республике Беларусь и их преодоление. Национальный доклад. — Мн., 2001.
2. Данные Государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды РБ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://rad.org.by>. (дата обращения: 25.01.2017).
3. Данные национальной системы мониторинга окружающей среды РБ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nsmos.by/content/180.html>. (дата обращения: 21.02.2017).