

Таким образом, при планировании ЛТ пациентам групп высокого и крайне высокого риска для получения лучших результатов контроля над опухолью необходимо соблюдать дозо-временные характеристики и по возможности исключить, либо минимизировать последствия влияния перерывов в курсе ЛТ. В случае необходимости перерыва в лучевом лечении, целесообразно провести оценку снижения эффективности подведенной к опухоли дозы излучения, используя теорию линейно-квадратичной радиобиологической модели в качестве инструмента оценки.

Результаты данного исследования могут иметь важные клинические и практические применения в области лучевого лечения аденокарциномы предстательной железы. Учет продолжительности перерывов в курсе ЛТ и суммы Глисона может способствовать разработке индивидуализированных терапевтических стратегий, на основании принятия более обоснованных решений, учитывающих прогностические факторы конкретного пациента. Исследование подчеркивает важность адаптивных стратегий в ЛТ. Более гибкое управление перерывами в курсе ЛТ и индивидуальный подход при выборе схем лучевого лечения могут стать ключевыми направлениями будущих клинических практик и исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Prostate cancer radiation dose-response: results of the M.D. Anderson phase III randomized trial / A. Pollack [et al.] // *Int J Radiat. Oncol. Bio. Phys.* – 2002. – Vol. 53. – P. 1097-1105.
2. Батян, А.Н. Радиационные эффекты на различных уровнях организации биологических систем: монография / А.Н. Батян [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2024. – 200 с.
3. Демешко, П.Д. Лучевая диагностика и лучевая терапия рака предстательной железы / П.Д. Демешко, С.А. Красный, Е.А. Леусик – Минск: Бизнесофсет, 2016. – 160 с.
4. Поляков С.Л., Комплексное лечение рака предстательной железы III-IV стадии без отдаленных метастазов / С.Л. Поляков, П.Д. Демешко, С.А. Красный. – Минск : Профессиональные издания, 2021. – 112 с.
5. Демешко П.Д., Батян А.Н., Гончарова Е.В. Методы оценки отдалённых результатов лучевой терапии злокачественных новообразований с высоким и низким пролиферативным потенциалом. // 21-я международная научная конференция «Сахаровские чтения 2021 года: экологические проблемы XXI века», 20–21 мая 2021 года, Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – Ч.1. – С. 249–252.

## ТЕНДЕНЦИИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАКОМ ЛЕГКОГО В РЕЧИЦКОМ РАЙОНЕ И РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ LUNG CANCER INCIDENCE TRENDS IN THE RECHITSA DISTRICT AND THE REPUBLIC OF BELARUS

**А. А. Туханович, В. В. Шилов**  
**A. Tihanovich, V. Shylau**

*Учреждение образования «Международный государственный экологический институт  
имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ  
г. Минск, Республика Беларусь  
tihanovich2001@gmail.com*

*International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU  
Minsk, Republic of Belarus*

Рак легкого в настоящее время является важной проблемой для всего человечества. Уже который год заболевание лидирует как по количеству случаев, так и по показателям смертности среди всех онкологических заболеваний. Целью исследования является изучение динамики заболеваемости раком легкого в Речицком районе и Республике Беларусь, а также и их связь с мировыми тенденциями в развитии этого заболевания.

Lung cancer is currently an important problem for all mankind. The disease has been leading both in the number of cases and mortality rates among all oncologic diseases for a number of years already. The aim of the study is to examine the dynamics of lung cancer incidence in Rechitsa district and the Republic of Belarus, as well as their relationship with global trends in the development of this disease.

*Ключевые слова:* рак легкого, заболеваемость раком легкого, статистика заболеваемости раком легкого

*Keywords:* lung cancer, lung cancer morbidity, statistics of lung cancer morbidity

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2024-1-9-13>



Каждый год в мире диагностируется около 2,2 миллиона случаев рака легкого, или 11,4% от всех выявленных злокачественных новообразований, что ставит его на второе место после рака молочной железы. У мужчин рак легких занимает первое место и составляет 14,3% от всех случаев опухолевых заболеваний. Среди женщин встречается реже – 8,4% и занимает третье место по распространенности после рака молочной железы и толстой кишки. В среднем по миру к 74 годам с раком легкого столкнется 4 из 100 мужчин и 2 из 100 женщин. Мужчины болеют в несколько раз чаще чем женщины что связано с популярностью курения среди мужчин.

Национальные канцер-регистры играют ключевую роль при оценке текущего состояния медицинской онкологической помощи в странах. Белорусский канцер-регистр содержит персонифицированные данные по заболеваемости, смертности и выживаемости онкологических пациентов начиная с 1990 г. Стандартизованные показатели заболеваемости и смертности рассчитаны с применением мирового стандарта и указаны на 100 000 населения.

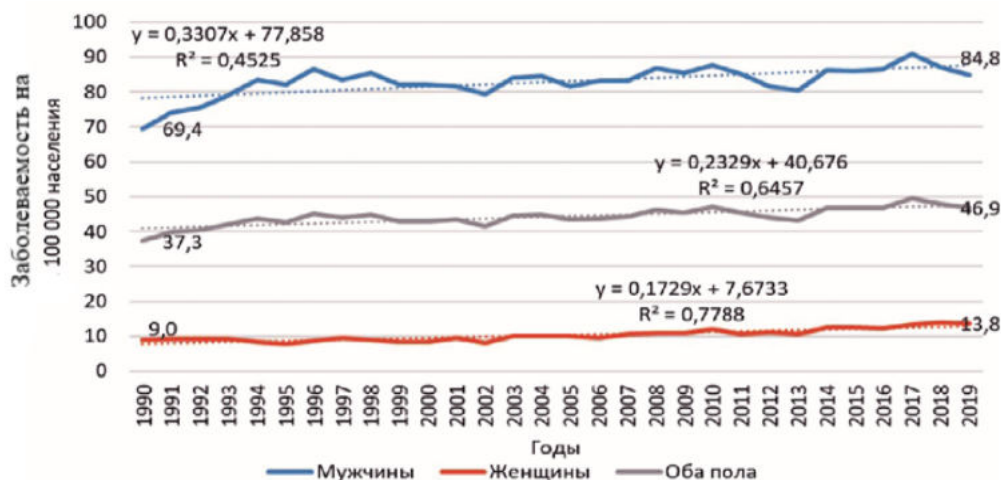


Рисунок 1 – Динамика показателей первичной заболеваемости раком лёгкого в Беларуси на 100 000 населения за период 1990–2019 гг.

С 1990 по 1996 гг. в Республике Беларусь отмечался рост числа заболевших мужчин с 3 315 до 4 121 случаев (темп прироста 24,3%). В последующем к 2002 г. число заболевших снизилось до 3 674 человек. Вплоть до 2013 г. ежегодные абсолютные значения колебались в пределах от 5,1% до -3,6% с последующим увеличением до 3742 в 2019 г. За весь период наблюдений темп прироста заболеваемости у мужчин составил 12,9%. У женщин отмечался медленный, но устойчивый тренд роста числа заболевших с 3799 до 4498 случаев (темп прироста 18,4%)

По данным Белорусского канцер-регистра, в 2019 г. было выявлено 4 438 случаев рака легкого, что соответствует 3 ранговому месту (8,2%) в структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями, из них у мужчин выявлено 3 742 случая рака легкого. В структуре смертности от рака легкого занимает первое место, на его долю приходится 21,5%. Заболеваемость и смертность от рака легкого составили 25,6 и 18,3 случая на 100 000 населения, у мужчин – 54,6 и 40,7 случая, у женщин – 6,4 и 3,7 случая на 100 000 населения соответствующего пола [1]

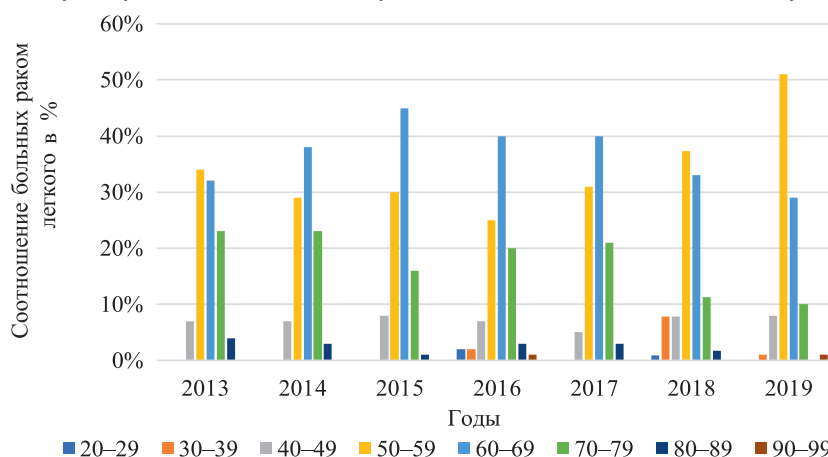


Рисунок 2 – Распределение больных раком легкого по возрасту в Беларуси за период 2013–2019 гг., в %

Установлено, что за период 1990–2019 гг. абсолютное число впервые выявленных случаев заболевания раком легкого среди всего населения республики увеличилось ( $R^2=0,64$ ), главным образом за счет женского населения ( $R^2=0,78$ ). При этом в заболеваемости мужского населения за исследованный период времени эта тенденция прослеживалась менее значительно ( $R^2=0,45$ ). В наиболее развитых странах (США, Великобритания)



заболеваемость раком легких у мужчин начала снижаться с середины 1990-х гг., в тоже время, она продолжает увеличиваться у женщин [2,3]. Причиной является более раннее возникновения пика табакокурения у мужчин с последующим снижением доли курящих на фоне распространения программ контроля употребления табака. Особенности табачной эпидемии среди полов приводят к сближению показателей заболеваемости раком легких. Более того, в США заболеваемость раком легких у молодых женщин превысила этот показатель у молодых мужчин [4, 5].

Проанализировав возраст пациентов, болеющих раком легкого в Республике Беларусь, было установлено, что пик заболеваемости приходится на возраст 50-59, 60-69 и 70-79 лет.

Проведенный анализ статистических данных о числе случаев раком легкого у пациентов Речицкого района за 2018–2023 гг. свидетельствует о том, что в последние годы наблюдается тенденция к снижению заболеваемости раком легкого (рисунок 3). Коэффициент детерминации данного показателя составлял 0,93. Наиболее высокие значения заболеваемости раком легкого отмечались в 2019 году и составили 0,71 случая на 1000 населения, а наиболее низкие в 2021 г. - 0,38 случая и 2023 г. - 0,36 случая на 1000 населения, что, возможно, связано с пандемией COVID – 19. Смертность от рака легкого также снижалась за исследованный период времени (коэффициент детерминации  $R^2=0,53$ ). В 2019 году она была максимальной - 0,62 случая на 1000 населения и минимальной в 2021 г. - 0,27 случая и 2023 г. - 0,29 случая на 1000 населения.

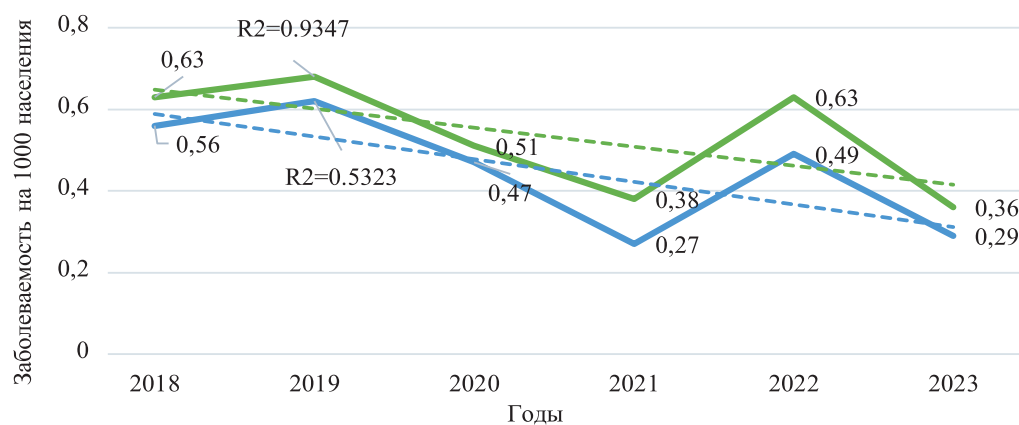


Рисунок 3 – Динамика первичной заболеваемости раком легкого в Речицком районе на 1000 населения за период 2018-2023 гг.

Следует отметить также высокую выявляемость случаев рака легкого на профосмотрах (рисунок 4). Однако, при этом от 50% до 70% случаев выявлялись только на 3-4 стадиях заболевания, что может свидетельствовать о слишком поздней диагностике, что определяет и высокие показатели смертности. Все это свидетельствует о том, что стратегия профосмотров показывает очень малую эффективность. Рак легкого отличается от других форм онкопатологии высокой степенью метастазирования, обусловленная мигрированием злокачественных клеток из малого круга кровообращения через артериальную систему по всему организму. Нередко эти метастазы развиваются значительно быстрее, чем первичный очаг опухоли.

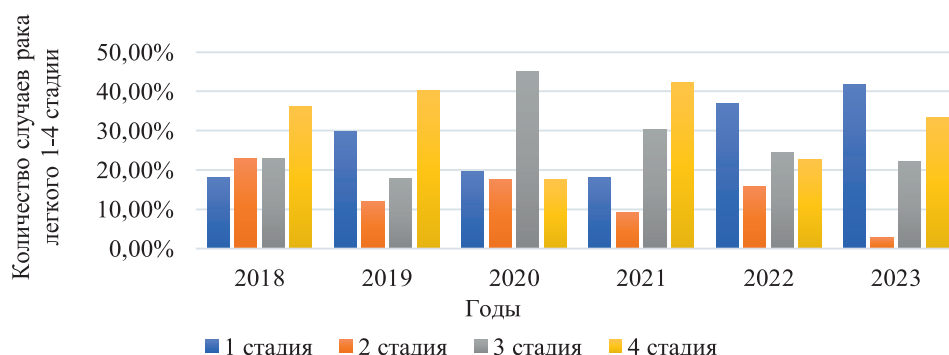


Рисунок 4 – Количество выявленных случаев рака легкого по стадиям в Речицком районе за период 2018-2023гг., в %

Осложняет проблему невозможность обнаружения опухоли на ранних стадиях и выявляемость ее уже на поздних стадиях, когда появляются первые симптомы что, обуславливает тяжелое течение заболевания и высокую смертность.

Так же нами было изучено распределение пациентов Речицкого района, болеющих раком легкого по возрасту. Общемировые тенденции свидетельствуют о том основная заболеваемость раком легкого приходится на период с 55 до 80 лет, а пик отмечается в возрастных группах 60-64 и 65-69.



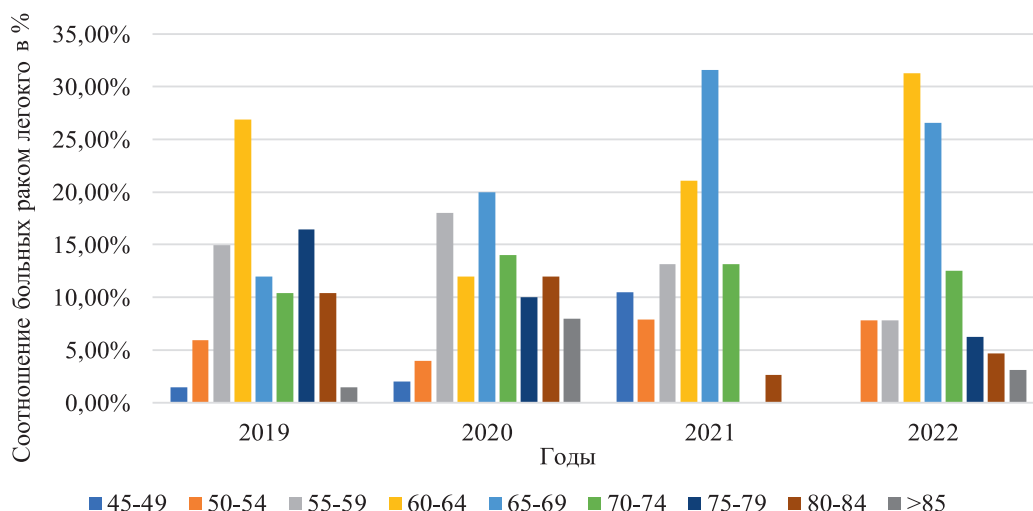


Рисунок 5 – Распределение больных раком легкого по возрасту в Речицком районе за период 2019–2022 гг., в %

В Речицком районе за исследованный период с 2019 по 2022 год отмечалось снижение заболеваемости в возрастных группах 55-59, 75-79, 80-84, и стабильное увеличение заболеваемости в возрастной группе 65-69 лет, что может свидетельствовать о демографическом старении населения. Кроме того, можно отметить появление случаев заболевания в возрастных группах 45-49 и 50-54 что может говорить о том, что заболеваемость раком легкого “молодеет”.

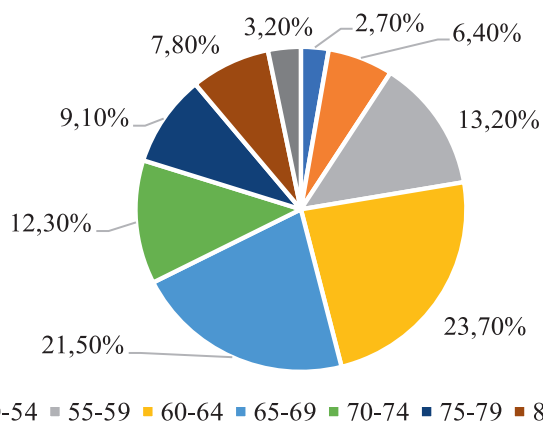


Рисунок 6 – Возрастная структура больных раком легкого в Речицком районе за период 2019-2022 гг., в %

При исследовании возрастной структуры больных раком легкого можно отметить большое число заболевших в группе 60-64 лет (23,7%) и 65-69 (21,5%) лет, а наименьшее в группах молодых 45-49 лет (2,7%) и >85 лет (3,2%) и, вероятно, связано с меньшим количеством населения в данных возрастных группах (рис. 6).

Таким образом в Речицком районе, в отличие всей Республики Беларусь, в последние годы наблюдается тенденция к снижению заболеваемости раком легкого. Средний возраст заболевших находится в диапазоне от 55 до 75 лет. При этом за период 2019-2022 годов отмечается рост заболеваемости раком легкого в возрастной группе 65-69 лет. Так же можно отметить общемировой тренд по среднему возрасту заболевших в диапазоне от 50 до 80 лет. Система профосмотров позволяет выявить до 70% случаев рака легких. Тем не менее рак легких долгое время не дает никакой симптоматики и очень быстро распространяет метастазы, поэтому большая часть выявленных случаев приходится на 3-4 стадии, с чем связаны низкие показатели операбельности и резектабельности. Все вышесказанное свидетельствует о недостаточной эффективности системы профосмотров, а также ставит вопрос о необходимости внедрения новых способов диагностики рака легкого.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Океанов А.Е. / 25 лет против рака. Успехи и проблемы противораковой борьбы в Беларуси за 1990–2014 годы / А.Е. Океанов, П.И. Моисеев, А.А. Евмененко // РНПЦ ОМР им. Н.Н. Александрова. – Минск: ТУ РНМБ – 2016. – 415 с.
2. Jemal A. / Higher lung cancer incidence in young women than young men in the United States / Jemal A. [et al.] // N. Engl. J. Med. – 2018 – Vol. 378 – P. 1999-2009.
3. Sung H. / Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries/ Sung H. [et al.] // CA Cancer J. Clin. – 2021 – T. 71, N 3 – P. 209-249.



4. Future of cancer incidence in the United States: burdens upon and aging, changing nation / B.D. Smith [et al.] // J. Clin. Oncol. - 2009. - Vol. 27, № 17. - P. 2758-2765.
5. WHO global report on trends in prevalence of tobacco use 2000-2025, 3rd ed. – WHO, 2019 – 121 p.

## **ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ $^{137}\text{Cs}$ И $^{90}\text{Sr}$ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА И КАРТОФЕЛЯ НА ПИЩЕВЫЕ ЦЕЛИ, ОТВЕЧАЮЩИХ РЕФЕРЕНТНЫМ УРОВНЯМ**

### **MAXIMUM PERMISSIBLE SOIL POLLUTION IS $^{137}\text{Cs}$ AND $^{90}\text{Sr}$ FOR PRODUCTION OF GRAIN AND POTATOES FOR FOOD PURPOSES CORRESPONDING TO REFERENCE LEVELS**

**Н. Н. Цыбулько<sup>1</sup>, Е. В. Гавриленко<sup>1</sup>, И. И. Жукова<sup>2</sup>**

**N. N. Tsybulka<sup>1</sup>, E. V. Gavrilenko<sup>1</sup>, I. I. Zhukova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Международный государственный экологический институт  
имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь, [nik.nik1966@tut.by](mailto:nik.nik1966@tut.by)

<sup>2</sup>Белорусский государственный педагогический университет им. Максима Танка,  
г. Минск, Республика Беларусь, [inn0707@bspu.by](mailto:inn0707@bspu.by)

<sup>1</sup>International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tanka,  
Minsk, Republic of Belarus

Представлены результаты прогнозной оценки предельных плотностей загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  почв разного гранулометрического состава в зависимости от обеспеченности их подвижным калием ( $\text{K}_2\text{O}$ ) и степени кислотности ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ), при которых возможно возделывание зерновых, зернобобовых, крупяных культур и картофеля с целью получения продукции на пищевые цели, соответствующей референтным уровням по содержанию радионуклидов.

The results of a predictive assessment of the limiting densities of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  contamination of soils of different granulometric composition, depending on their availability of mobile potassium ( $\text{K}_2\text{O}$ ) and degree of acidity ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ), at which it is possible to cultivate cereals, legumes, cereals and potatoes in order to obtain products for food purposes corresponding to reference levels for the content of radionuclides, are presented.

**Ключевые слова:** плотность загрязнения,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , содержание, почвы, зерно, картофель, референтные уровни.

**Keywords:** pollution density,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , content, soils, grain, potatoes, reference levels.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2024-1-13-16>

**Введение.** Гигиеническая регламентация содержания радионуклидов в пищевых продуктах, питьевой воде, сельскохозяйственном сырье – одна из основных краткосрочных и долгосрочных мер по радиационной защите населения после чернойбыльской катастрофы. Допустимые уровни содержания  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  изменялись в соответствии с годовыми квотами на внутреннее облучение и на разных этапах развития аварийной и послеаварийной ситуации в соответствии с улучшением радиационной обстановки, естественных процессов радиоактивного распада и закрепления радионуклидов в почвенном комплексе периодически пересматривались в сторону ужесточения [1].

Расчет допустимого содержания радионуклидов в пищевых продуктах проводился исходя из законодательно принятого предела дозы облучения для населения – 1 мЗв в год, рациона питания жителей, вклада основных компонентов рациона в поступление радионуклидов в организм, международных коэффициентов перехода от поступления к эффективной дозе внутреннего облучения [2].

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29 ноября 2022 г. № 829 «Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37» утвержден Гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия», который устанавливает референтные уровни содержания  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в пищевых продуктах. Данный гигиенический норматив регламентирует содержание  $^{137}\text{Cs}$  в 14 группах пищевых продуктов, содержание  $^{90}\text{Sr}$  – в 10 группах. Референтный уровень содержания  $^{137}\text{Cs}$  в хлебе и хлебобулочных изделиях составляет 40 Бк/кг в муке и крупах – 60 Бк/кг, картофеле – 80 Бк/кг. Предельное содержание  $^{90}\text{Sr}$  в зерне на пищевые цели, хлебе и хлебобулочных изделиях, клубнях картофеля равно 11 и 5 Бк/кг, соответственно [3].