

Научно-исследовательская работа

Краеведение

**РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ  
РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В ГОРОДАХ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ,  
ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЦЕЗИЕМ-137 ВСЛЕДСТВИЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ  
КАТАСТРОФЫ**

Выполнил:

Бодня Константин Вячеславович,  
учащийся 10 класса, член НОУ «Поиск»  
МБОУ «Пришненская средняя школа № 27»  
Щекинского района Тульской области

Руководитель:

Ихер Татьяна Петровна,  
учитель биологии и экологии,  
руководитель НОУ «Поиск»  
МБОУ «Пришненская средняя школа № 27»  
Щекинского района Тульской области,  
Почетный работник общего образования РФ,  
советник Российской Академии Естествознания

## Содержание

	Стр.
Введение .....	3
Результаты исследования .....	4
1. Общая характеристика проблем радиоактивного загрязнения Тульской области вследствие аварии на ЧАЭС .....	4
2. Радиационная обстановка в г. Щекино .....	6
3. Радиационная обстановка в г. Новомосковске .....	7
4. Радиационная обстановка в г. Плавске .....	9
5. Радиационная обстановка в г. Богородицке .....	10
6. Радиационная обстановка в г. Узловой .....	11
7. Радиационная обстановка в г. Донском .....	12
8. Радиационная обстановка в г. Киреевске .....	13
9. Радиационная обстановка в пос. Арсеньево .....	14
10. Прогноз по динамике развития последствий чернобыльской катастрофы на территории Тульской области .....	14
Заключение .....	17
Список использованной литературы .....	19
Приложение 1. Карта загрязнения цезием-137 территории Тульской области вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. 1986 год .....	20
Приложение 2. Карта загрязнения цезием-137 территории Тульской области вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. 1996 год .....	21
Приложение 3. Карта загрязнения цезием-137 территории Тульской области вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. 2006 год .....	22
Приложение 4. Карта загрязнения цезием-137 территории Тульской области вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. 2016 год .....	23

## ВВЕДЕНИЕ

В современном мире перед человечеством стоит множество нерешённых проблем, и экология – одна из важнейших. Ещё вчера самым страшным словом считалось слово «война», сегодня мы говорим об «экологической катастрофе», которая может оказаться для человечества страшней войны.

Более 35 лет отделяет нас от катастрофы на Чернобыльской АЭС, носящей глобальный характер. В зоне воздействия радиоактивного выброса из аварийного реактора четвертого энергоблока атомной электростанции оказались не только огромные территории Украины, Белоруссии и России, но и некоторые регионы стран Скандинавии, Балтии и Восточной Европы. Радиоактивному загрязнению только в нашей стране подверглись территории 19 субъектов РФ с населением около 30 миллионов человек [14].

В результате чернобыльской аварии в зону радиоактивного загрязнения попали 18 районов Тульской области общей площадью около 14,5 тыс. км<sup>2</sup>, что составило 56,3% её территории, где проживало 928,8 тыс. человек [5, 10, 13]. Весь послеаварийный период, начиная с апреля 1986 года, в нашем регионе на радиоактивно загрязненных территориях силами различных радиологических лабораторий и контролирующих организаций и служб осуществлялся систематический радиационный мониторинг объектов внешней среды. Должное внимание уделялось радиационному контролю пищевого сырья, продуктов питания и питьевой воды, поверхностных водоемов, кормов для скота, загрязненности воздуха и почвы в населенных пунктах. Особенно тяжелые последствия чернобыльской катастрофы – значительное ухудшение состояния здоровья большого количества людей, наблюдающееся на фоне происходящих в обществе социально-экономических изменений и повсеместного снижения уровня материального благосостояния населения.

На территории Тульской области в течение нескольких десятков лет формировалась своеобразная экологическая обстановка [5, 10, 13]. Интенсивность загрязнения приземных слоев атмосферы, водоемов и водотоков, почвы значительно превышает аналогичные процессы в соседних областях Центрального экономического района России, например, в Орловской, Калужской, Липецкой. В течение десятилетий ускоренными темпами в регионе развивались мощные хозяйственные комплексы: военно-промышленный,

металлургический, химический, машиностроительный, горнодобывающий, топливно-энергетический, дорожно-транспортный, агропромышленный, сыгравшие огромную роль в создании высокоинтенсивной техногенной нагрузки на окружающую природную среду и человека как части природы. Почти 90% всего промышленного потенциала сосредоточено в г. Туле и центральной части Тульской области, которые представляют собой густонаселенную территорию с высокой плотностью населения и развитой системой расселения, выполняя районообразующую роль, являясь административными и обслуживающими центрами. В пригородных зонах этих центров происходит концентрирование сельских поселений. По территории Тульская область, площадь которой составляет около 25,7 тысяч квадратных километров, находится на 11 месте среди 13 регионов Центра России, а по плотности населения уступает лишь г. Москве и Московской области [1, 4].

Особенностью состояния окружающей среды Тульского региона является наличие таких острых экологических проблем, как сброс загрязненных сточных вод и неблагоприятное гидрохимическое состояние поверхностных вод, загрязнение и истощение подземных вод, выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух, утилизация и переработка промышленных токсичных и твердых бытовых отходов, радиационная обстановка, снижение плодородия сельскохозяйственных угодий, которые стали приоритетными, требующими незамедлительного разрешения. По сумме указанных проблем в области складывается наиболее неблагоприятная экологическая ситуация по сравнению с другими субъектами федерации Центра России [5].

**Цель работы** заключалась в ретроспективном анализе эколого-радиационной обстановки, сложившейся в результате выпадения на территорию Тульского региона в апреле-мае 1986 года «чернобыльских осадков» и образования пёстрой мозаики радиоактивного загрязнения селитебных и рекреационных зон, сельскохозяйственных и лесных угодий.

При подготовке работы были использованы отчетные материалы по результатам выполнения ряда научно-исследовательских работ, выполненных в течение 1990-х годов специалистами отраслевого института, а также специальных изданий и научно-методических материалов по теме

исследования. Подготовка и оформление настоящей работы проведена в течение апреля – ноября 2020 года.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **1. Общая характеристика проблем радиоактивного загрязнения Тульской области вследствие аварии на ЧАЭС**

Экологическая обстановка в регионе существенно ухудшилась в результате загрязнения цезием-137 территорий 18 районов вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. Загрязнение территории области происходило в три этапа в период с 7 по 15 мая 1986 года в результате осаждения парогазовых компонентов выбросов ЧАЭС, содержащих цезий-134, цезий-137, стронций-90. Указанными радионуклидами оказались загрязненными почвы, донные отложения водоемов, лесные массивы [7]. В ряде районов области выпали радиоактивные осадки, загрязнившие почвы цезием-137 в концентрациях 5-10 Ки/км<sup>2</sup>, а на отдельных участках и более. Таким образом, воздушная среда, почвы, подстилающие породы, поверхностные и подземные воды на значительной территории региона стали характеризоваться высокой степенью радиоактивного загрязнения.

Так, в зоне радиоактивного загрязнения с плотностью 1 – 5 Ки/км<sup>2</sup> оказалось 1737 населенных пунктов с населением около 790 тыс. человек; площадь данной территории составила 12,019 тыс. км<sup>2</sup>. На площади 2,458 тыс. кв. км, где уровни загрязнения почвы радиоцезием превышали 5 Ки/км<sup>2</sup>, в 311 населенных пунктах проживало население численностью более 140 тыс. человек [1, 5, 7, 10].

Особенно сильно пострадали селитебные территории, сельскохозяйственные и лесные угодья Плавского, Арсеньевского, Чернского, Киреевского, Богородицкого, Узловского, Щекинского, районов. «Чернобыльский след» на тульской земле занимал площадь 14,5 тыс. км<sup>2</sup> [3, 5] (см. карту в приложении 1).

Анализ распределения радиоактивного загрязнения в пределах районов и отдельных крупных населенных пунктов показал [1, 3, 8], что оно очень неравномерно. Даже в наиболее загрязненном Плавском районе основное количество радиоцезия сосредоточено в почвах центральной части, в то время как северные и южные территории данного района менее загрязнены; кроме

того, на юге района имеются радиоактивно чистые зоны. В Новомосковском и Щекинском районах радиоактивное загрязнение установлено в пределах южных территорий [3, 8]. Пятнистый характер загрязнения цезием-137 хорошо проявлен в таких городах, как Плавск, Узловая, Новомосковск, Богородицк, где на фоне сравнительно невысоких уровней содержания указанного радионуклида имели место аномалии с довольно высокими значениями [7, 9-10]. Возникновение их, как правило, связано с вторичным перераспределением радиоцезия и его концентрированием на небольших по площади локальных участках. Эти аномалии, обнаруженные при детальном наземном обследовании населенных пунктов [4, 9], возникли под водостоками с крыш многоэтажных домов, в местах площадных стоков с бетонных и асфальтовых покрытий (тротуаров, автодорог и пр.), в микропонижениях рельефа местности, балках, оврагах и т.п. Кроме того, пятна с высокими уровнями радиоактивного загрязнения почвы выявлены на свалках бытовых отходов, хранения навоза, компоста, перегнившей соломы пр.

Известно, что экологическая оценка радиоактивного загрязнения селитебных зон, сельскохозяйственных и лесных угодий, как правило, проводится по двум основным показателям [8, 14]: мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на уровне одного метра над поверхностью почвы (мкР/час) и степени радиоактивного загрязнения по отдельным радиоизотопам (содержанию в почве радионуклидов, Ки/км<sup>2</sup>).

Проанализируем радиационную обстановку в ряде городов Тульской области, оказавшихся в пределах «чернобыльского следа». Для анализа использованы материалы отчета, подготовленного специалистами ТулНИГП по результатам наземного детального обследования ряда крупных населенных пунктов региона, выполненного в 1995-1996 гг. [4, 7, 9].

## **2. Радиационная обстановка в г. Щекино**

В Щёкино и прилегающих к нему территориях, включая пос. Первомайский, установлена следующая ситуация. По данным гамма-спектрометрического анализа 161 пробы, отобранной на изучаемой площади, разбитой на квадраты 500 x 500 м, средняя плотность загрязнения почвы радионуклидом цезия-137 составила 0,97 Ки/км<sup>2</sup> при допустимом значении 1,0 Ки/км<sup>2</sup>. При этом в 40% проб плотность загрязнения почвы не превышала 1,0

Ku/км<sup>2</sup>, в остальных пробах значение этой величины колебалось от 1,0 до 2,0 Ku/км<sup>2</sup> [4, 7, 9, 12].

Максимальные запасы радиоцезия обнаружены лишь в трех пробах: вблизи южной границы города в зоне коллективных садов – 2,6 Ku/км<sup>2</sup>; на юго-восточной окраине города – 3,12 Ku/км<sup>2</sup>; на восточной окраине города в зоне огородных участков – 4,54 Ku/км<sup>2</sup>.

На территории города средняя мощность гамма-излучения на уровне 1 м от поверхности земли не превысила 15,0 мкР/ч; стандартное отклонение от среднего составило 2,0 мкР/ч. Для поверхности земли аналогичные данные составили соответственно 17,0 мкР/ч и 2,0 мкР/ч.

**Вывод:** радиационная обстановка в г. Щёкино соответствовала категории относительно удовлетворительной [4, 9].

### 3. Радиационная обстановка в г. Новомосковске

В ходе обследования было отобрано 190 проб почвы, которые в лабораторных условиях проанализированы на содержание радионуклида цезия-137 [4, 7, 9]. По плотности загрязнения почвы указанным радионуклидом территория Новомосковска чётко разделилась на две части – северную и южную, условная граница между которыми проходила по ул. Куйбышева.

Северная часть города, включая территорию к западу от реки Любовки, характеризовалась существенно меньшим загрязнением почвы радиоцезием, чем южная часть. Среднее содержание цезия-137 в почвах северной части города составило 2,30 Ku/км<sup>2</sup>; при этом в пробах не выявлены значения концентрации радиоцезия, превышающие 5,00 Ku/км<sup>2</sup>.

Для южной части города среднее значение содержания цезия-137 в почве было 4,92 Ku/км<sup>2</sup>, то есть почти в 2 раза большее по сравнению с северной частью. Примечательно, что число проб с запасами радиоцезия более 5,0 Ku/км<sup>2</sup> составило 37% от общего числа проб почвы, отобранных на указанной территории города.

Кроме того, в южной части города выявлены шесть зон с плотностью загрязнения почвы цезием-137 от 5,0 до 10,0 Ku/км<sup>2</sup>, из которых каждая зафиксирована несколькими точками (от 3 до 8):

- 1 зона с содержанием цезия-137 от 5,0 до 7,0 Ku/км<sup>2</sup> расположена в пределах пересечений ул. Куйбышева с ул. Трудовые резервы, ул. Садовского с

ул. Калинина, ул. Садовского с ул. Московской; с юга эта зона фиксируется точками отбора проб: на пересечении ул. Дзержинского и ул. Трудовых резервов; ул. Дзержинского и ул. Московской; ул. Кирова и ул. Калинина;

- *2 зона* с аналогичным содержанием радиоцезия в почве расположена несколько южнее, она зафиксирована тремя пробами: на пересечении ул. Московской и ул. Маяковского; ул. Московской и 2-го Калининского проезда, а также вблизи автотрассы напротив автобазы;

- *3 зона* находится восточнее первых двух зон; в ней выявлена максимальная плотность загрязнения почвы – 11,33 Ки/км<sup>2</sup>; данная зона фиксируется пробами, отобранными на пересечении ул. Лесной и пер. Футбольного, по ул. Залесной в 200 м к северо-востоку от пересечения с ул. Лесной, на восточном продолжении ул. Маяковского в 250 м от авторемонтного предприятия в 300 м восточнее пос. Клин;

- *4 зона* установлена западнее железной дороги и автотрассы, где обнаружены относительно повышенные значения плотности загрязнения почвы цезием-137: на пересечении ул. Вахрушева с ул. Советской Армии, на пересечении ул. Вахрушева с ул. Чкалова, а также в пробе, отобранной юго-западнее коллективных садов, вблизи ул. Трудовой;

- *5 зона*, располагающаяся к северо-западу от 4-й зоны, в окраинной части города; здесь в зоне содержание цезия-137 в почве составляет 5,0–7,0 Ки/км<sup>2</sup>; такие же значения обнаружены на участках между Узловским шоссе и юго-западной стороной авторемонтного завода, в 350 м севернее указанного завода, а также в 300 м от авторемонтного завода к северо-востоку по ул. Космонавтов;

- *6 зона* обнаружена в пределах южной окраины Новомосковска, где загрязнение почвы радиоцезием составляет от 5,0 до 10,0 Ки/км<sup>2</sup> (пробы отобраны в окрестностях пос. Ломоносовского, около завода ЖБИ, вблизи шамотного завода.

Таким образом, радиационная обстановка в г. Новомосковске и его окрестностях неоднозначна. Для территории города среднее значение мощности гамма-излучения на уровне 1 м от поверхности земли составило 18,0 мкР/ч со стандартным отклонением от среднего значения 3,0 мкР/ч. Аналогичные данные для поверхности земли – соответственно 22,0 и 5,0 мкР/ч.

В результате анализа 190 проб установлена средняя плотность загрязнения почвы радионуклидом цезия-137 на всей территории города и в его окрестностях – 3,38 Ки/км<sup>2</sup>. Однако по степени загрязнения почвы территория города разделилась на две части. В ходе радиометрических съемок по сети 500 x 500 метров в жилых кварталах южной части города выявлены и оконтурены пятна с содержанием радиоцезия в почвах в пределах 5,0–10,0 Ки/км<sup>2</sup>. В указанных зонах необходима локальная дезактивация.

**Вывод:** согласно существующим критериям экологического состояния почв территорий населённых пунктов, почвы города Новомосковска нельзя отнести к разряду относительно удовлетворительных, поскольку плотность загрязнения их цезием-137 выше 1 Ки/км<sup>2</sup>. Особо следует обратить внимание на локальное загрязнение территорий жилых массивов в южной части города, где запасы радиоцезия достигают 5,00–10,00 Ки/км<sup>2</sup> [4, 7, 9, 12].

#### **4. Радиационная обстановка в г. Плавске**

С целью детального изучения радиационной обстановки на территории города и его окрестностей по сети 500 x 500 метров отобрано 90 проб почвы. По данным гамма-спектрометрического анализа, среднее значение плотности загрязнения почвы цезием-137 составило 15,89 Ки/км<sup>2</sup>. При этом 67% проб характеризовались содержанием радиоцезия в почве от 12,00 до 22,00 Ки/км<sup>2</sup>, и лишь в 4-х пробах запасы указанного радионуклида не превысили 5,00 Ки/км<sup>2</sup> [4, 7, 9, 12]. Практически вся территория города характеризуется аномально высокими уровнями загрязнения почв цезием-137. В центральной и восточной частях города выявлены три зоны с содержанием в почве радиоцезия-137 свыше 20,00 Ки/км<sup>2</sup>, две из которых приурочены к автотрассе Москва-Симферополь.

*В пределах первой зоны* точки отбора проб расположены на ул. Мичурина, ул. Коммунаров, восточнее здания районной администрации, в небольшом сквере, в 50–100 м южнее торговых рядов, на территории городского парка, вблизи входа в него с северной стороны.

*Вторая зона* расположена несколько южнее первой, где пробы отобраны на ул. Коммунаров, в 10 м от автодороги (здесь выявлена максимальная плотность загрязнения почвы 45,25 Ки/км<sup>2</sup>), на ул. Октябрьской, во дворе дома № 40, а также на ул. Садовой, вблизи дома № 22.

*Третья зона* установлена на южной окраине города, в долине реки Плавы, где запасы цезия-137 в почве превышают 20,00 Ки/км<sup>2</sup>.

В восточной части города, несколько южнее железной дороги, относительно повышенная плотность загрязнения почвы зафиксирована в двух пробах, отобранных на ул. Пролетарской, недалеко от дома № 18 и через 500 м на этой же улице восточнее предыдущей точки. Слабая тенденция к уменьшению загрязнения почвы цезием-137 проявлена в северной и юго-восточной частях города, где несколько чаще обнаружены пятна с содержанием в почве указанного радионуклида ниже 10,00 Ки/км<sup>2</sup>.

Средний уровень гамма-фона в городе составил 35 мкР/ч при стандартном отклонении от среднего 8,0 мкР/ч и пределами колебания от 19 до 65 мкР/ч при измерениях на высоте 1 метра от поверхности земли. Аналогичные данные при измерении гамма-фона на поверхности земли – от 46 до 71 мкР/ч соответственно [4, 7, 9].

**Вывод:** основываясь на результатах исследования радиационной обстановки с учётом разработанных критериев, г. Плавск следовало характеризовать как город с чрезвычайной экологической ситуацией. Однако по критерию мощности дозы гамма-излучения город нельзя отнести к данной категории, поскольку гамма-фон не достигал уровня более 200 мкР/ч [1].

### **5. Радиационная обстановка в г. Богородицке**

На территории города и в его окрестностях отобрано 98 проб почвы. Гамма-спектрометрическое исследование позволило установить следующее: в 27 % проб плотность загрязнения почвы цезием-137 находилась в интервале от 1,00 до 3,00 Ки/км<sup>2</sup>; 58 % составили пробы с содержанием радиоцезия от 3,00 до 5,00 Ки/км<sup>2</sup>; 10 % проб содержали цезий-137 в концентрациях от 5,00 до 10,00 Ки/км<sup>2</sup>; 4 % составили пробы с содержанием данного нуклида менее 1,00 Ки/км<sup>2</sup>; одна проба содержала цезий-137 в количестве 11,69 Ки/км<sup>2</sup> [4, 7, 9, 12].

По результатам проведенных исследований территория г. Богородицка отнесена к зоне загрязнения цезием-137 от 1,00 до 5,00 Ки/км<sup>2</sup>, а средняя плотность загрязнения почвы радионуклидом составила 3,60 Ки/км<sup>2</sup>.

Измерения уровней гамма-фона на территории города показали, что средняя мощность дозы гамма-излучения на уровне 1 м от поверхности земли не превысила 21 мкР/ч, стандартное отклонение от среднего – 3,0 мкР/ч.

Аналогичные данные для поверхности земли составили соответственно 27,0 и 4,0 мкР/ч.

**Вывод:** руководствуясь «Критериями оценки экологической обстановки территории...», почвы г. Богородицка по уровню радиоактивного загрязнения нельзя характеризовать как почвы с относительно удовлетворительной ситуацией, так как запасы радиоцезия превысили 1,00 Ки/км<sup>2</sup>. Однако данные почвы не могут быть отнесены к почвам с чрезвычайной экологической ситуацией, поскольку указанный уровень загрязнения значительно ниже 15,00 Ки/км<sup>2</sup> [4, 9].

### **6. Радиационная обстановка в г. Узловой**

По результатам анализа 74 проб почв, отобранных на территории г. Узловой и его пригородов, выявлена следующая радиационная обстановка. Средняя плотность загрязнения цезием-137 составила 9,41 Ки/км<sup>2</sup> при варьировании данного показателя в интервале 0,50 – 17,22 Ки/км<sup>2</sup>: в 34 пробах почвы запасы радиоцезия установлены в пределах от 5 до 10 Ки/км<sup>2</sup>; в 21 пробе концентрации радионуклида составили от 10 до 15 Ки/км<sup>2</sup>; в 24 пробах запасы радиоцезия находились в пределах от 0,5 до 5,0 Ки/км<sup>2</sup> [4, 7, 9].

Практически на всей территории Узловой плотность загрязнения почвы превысила 5,00 Ки/км<sup>2</sup>; исключение составили южная, северо-восточная и северо-западная окраины города. В центральной и юго-восточной частях городской территории установлены высокие уровни радиоактивного загрязнения почв, превышающие 10 Ки/км<sup>2</sup>, которые зафиксированы в районе пересечения улиц Северной и Чехова; в 500 и 1000 м западнее указанной выше точки, а также в 500 м южнее первой точки. В юго-восточной части города относительно высокое значение плотности загрязнения почвы радиоцезием обнаружено в пробах, отобранных по ул. Пушкина и вблизи железной дороги.

На территории города и в его окрестностях средняя мощность дозы гамма-излучения на уровне 1 м над поверхностью земли составила 21 мкР/ч, стандартное отклонение от среднего - 3,0 мкР/ч. Аналогичные данные для поверхности земли – 27 и 3 мкР/ч соответственно.

**Вывод:** по критериям опасности уровней радиоактивного загрязнения и мощности гамма-излучения почвы г. Узловой не могут быть отнесены к разряду относительно удовлетворительной радиоэкологической ситуации,

также как и не могут быть отнесены к чрезвычайной радиоэкологической ситуации [1].

### **7. Радиационная обстановка в г. Донском**

По результатам детального обследования, проведенного специалистами ТулНИГП [4, 7, 9], средняя плотность загрязнения почвы цезием-137 в пределах территории города и его окрестностей составляет 6,83 Ки/км<sup>2</sup>. При этом в 83 пробах почвы содержание радионуклидов распределилось следующим образом: 62% составляют пробы с плотностью загрязнения от 5 до 10 Ки/км<sup>2</sup>; в 28% проб содержания радионуклида не превышают 5 Ки/км<sup>2</sup>.

Варьирования концентраций цезия-137 в пробах почвы города находились в интервале 0,24–29,00 Ки/км<sup>2</sup>. Однако, учитывая показатели радиоактивного загрязнения всех изученных проб почвы, можно сделать вывод, что большая часть территории загрязнена радиоцезием с плотностью выше 5 Ки/км<sup>2</sup> и только в пределах южной, юго-восточной и западной окраин города обнаружены сравнительно небольшие по площади участки с меньшими уровнями радиоактивного загрязнения почвы. При этом в двух зонах города установлен уровень радиоактивного загрязнения более 10 Ки/км<sup>2</sup>: одна зона расположена вблизи восточного окраины ул. Советской, где обнаружен максимальный уровень загрязнения 29,00 Ки/км<sup>2</sup>, а также в 500 м к северо-востоку от указанного места и на пересечении улиц Никольской и Колхозной; другая зона зафиксирована пробами почвы с уровнями радиоактивного загрязнения выше 10 Ки/км<sup>2</sup>; это улица Октябрьская вблизи стадиона и вблизи железной дороги.

Дозиметрической съёмкой территории города установлено, что средняя мощность гамма-излучения на уровне 1 м от поверхности земли составила 20 мкР/ч; стандартное отклонение от среднего 3 мкР/ч; аналогично для поверхности земли – соответственно 22,0 и 3,0 мкР/ч [4, 7, 9, 12].

Таким образом, радиационная обстановка в г. Донском и на прилегающих к нему территориях неоднозначна. Радиоактивное загрязнение носит локальный, пятнистый характер. В жилых кварталах города выявлены зоны с плотностью загрязнения цезием-137 более 5 Ки/км<sup>2</sup>, где необходимо проведение дезактивационных работ.

**Вывод:** оценивая экологическое состояние почвы, город Донской по степени загрязнения цезием-137 не может быть отнесён к зонам чрезвычайной экологической ситуации, однако при этом радиационную ситуацию в городе нельзя считать относительно удовлетворительной [1].

### **8. Радиационная обстановка в г. Киреевске**

В г. Киреевске и его окрестностях отобрано 75 проб почвы. Результаты гамма-спектрометрического анализа показали, что степень загрязнения почвы цезием-137 в городе различна, пределы колебания запасов указанного радионуклида составили 0,59 – 24,76 Ки/км<sup>2</sup>; средняя плотность загрязнения – 5,43 Ки/км<sup>2</sup>. При этом в 57 % почвенных проб уровень загрязнения радиоцезием колебался от 1 до 5 Ки/км<sup>2</sup>, а в 26% – от 5 до 10 Ки/км<sup>2</sup> [4, 7, 9].

Распределение радиоактивного загрязнения таково. В северной части города преобладали почвы, содержащие цезий-137 от 1 до 5 Ки/км<sup>2</sup>. В южной части степень загрязнения более высокая: от 5 до 10 Ки/км<sup>2</sup>. Кроме того, установлено, что в пределах указанных территорий города обнаружены зоны с более высокими уровнями радиоактивного загрязнения почв. Так, в северной части города выявлены две зоны с повышенной плотностью загрязнения: одна располагалась вблизи юго-восточного окончания ул. Колхозной, где содержание цезия-137 составило от 5 до 10 Ки/км<sup>2</sup>; вторая (с плотностью загрязнения от 5 до 25 Ки/км<sup>2</sup>) находилась на северо-западе территории города. В центральной части города, вблизи разветвления железной дороги, выявлена зона загрязнения 10–20 Ки/км<sup>2</sup>, а в юго-восточной части города – пятна с уровнем радиоактивного загрязнения почвы 10–15 Ки/км<sup>2</sup>.

Средняя мощность дозы гамма-излучения в городе на уровне 1 м от поверхности земли не превысила 20 мкР/ч, стандартное отклонение от среднего – 3 мкР/ч. Для поверхности земли аналогичные данные составили 24 и 5 мкР/ч соответственно.

**Вывод:** почвы г. Киреевска не могут быть отнесены к разряду почв с относительно удовлетворительной ситуацией, так как плотность загрязнения радиоцезием составила более 1 Ки/км<sup>2</sup>, хотя не превысила 15 Ки/км<sup>2</sup> [4, 9, 12].

**Рекомендация.** В выявленных зонах повышенного загрязнения почвы радиоцезием необходимо провести дезактивационные работы, в первую очередь, в жилых кварталах и общественных зонах.

## 9. Радиационная обстановка в пос. Арсеньево

В посёлке и его окрестностях отобрано 36 проб почвы. На основании гамма-спектрометрического анализа все пробы по содержанию цезия-137 распределились следующим образом: в 16% запасы указанного радионуклида находились в интервале от 10 до 15 Ки/км<sup>2</sup>; в 53% концентрация радиоцезия составила от 5 - 10 Ки/км<sup>2</sup>; в 17% содержание радиоцезия находилось в интервале от 1 до 5 Ки/км<sup>2</sup>. Средняя плотность загрязнения почвы радиоцезием 6,55 Ки/км<sup>2</sup>; пределы колебаний данного показателя - от 0,29 до 32,56 Ки/км<sup>2</sup>. На преобладающей части территории посёлка почвы характеризовались плотностью загрязнения от 5 до 10 Ки/км<sup>2</sup>. В центре посёлка обнаружена зона с более высокими уровнями радиоактивного загрязнения почвы, находящимися в интервале 10 – 32 Ки/км<sup>2</sup> [4, 7, 9].

Средняя мощность дозы гамма-излучения на уровне 1 м от поверхности земли не превысила 18,0 мкР/ч, стандартное отклонение от среднего – 3,0 мкР/час. Аналогичные данные для поверхности земли были равны 21 и 4 мкР/ч.

**Вывод:** почвы пос. Арсеньево не могут быть отнесены к разряду почв с относительно удовлетворительной ситуацией, так как их плотность загрязнения цезием-137 более 1,0 Ки/км<sup>2</sup>, хотя в среднем не превысила 15 Ки/км<sup>2</sup> [4, 9].

## 10. Прогноз по динамике развития последствий чернобыльской катастрофы на территории Тульской области

Выпавшие на территорию Тульской области радионуклиды подвержены естественному распаду. В настоящее время радиационная обстановка в целом стабилизировалась и имеет устойчивую тенденцию в направлении к фоновым показателям, характерным для чистых территорий.

Ниже в таблицах 1 и 2 (см. с. 15) приведены результаты многолетних наблюдений за радиационным гамма-фоном в населенных пунктах «чернобыльского следа», проведенных контролирующими службами Тульской области. Как видно из данных о средних значениях МЭД гамма-фона в муниципальных образованиях Тульской области, уровни радиационного гамма-фона в наиболее загрязненном Плавском районе на протяжении всего послеаварийного периода превышали естественный фон и находились в пределах до 20 – 40 мкР/ч (0,20 – 0,40 мкЗв/ч) [4, 7, 9, 12].

Таблица 1

**Динамика уровня гамма-фона в Тульской области после аварии  
на Чернобыльской АЭС [3, 10]**

Наименование муниципального образования	Уровень гамма-фона по годам, мкР/ч							
	1986	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Арсеньевский	1000	16 – 25	15 – 23	15 – 22	15 – 22	13 – 22	13 – 21	18 – 22
Белёвский	350	16 – 22	13 – 22	13 – 21	13 – 21	12 – 21	12 – 20	12 – 13
Богородицкий	100	16 – 20	13 – 18	13 – 19	13 – 18	12 – 18	12 – 17	11 – 16
Воловский	200	10 – 15	10 – 14	10 – 14	10 – 14	10 – 14	10 – 14	10 – 13
Ефремовский	120	14 – 16	13 – 15	13 – 15	13 – 15	12 – 14	12 – 14	10 – 15
Каменский	350	11 – 15	10 – 15	10 – 15	10 – 15	12 – 14	12 – 14	10 – 15
Кимовский	500	14 – 18	14 – 17	14 – 16	14 – 16	14 – 17	14 – 17	17 – 18
Киреевский	800	16 – 19	14 – 18	15 – 17	15 – 17	15 – 20	15 – 29	15 – 17
Куркинский	120	17 – 25	14 – 21	14 – 20	14 – 20	15 – 25	15 – 24	14 – 16
Новомосковский	1000	12 – 17	12 – 16	12 – 16	12 – 16	12 – 16	12 – 16	12 – 14
Одоевский	120	15 – 20	14 – 19	14 – 19	14 – 19	13 – 18	13 – 18	12 – 16
Плавский	3500	33 – 36	31 – 35	31 – 35	31 – 35	30 – 37	30 – 37	30 – 37
Тёпло-Огарёвский	700	23 – 25	22 – 23	21 – 22	17 – 20	15 – 18	15 – 18	13 – 14
Узловский	1700	28 – 33	26 – 29	22 – 26	20 – 24	18 – 24	20 – 24	20 – 23
Чернский	150	18 – 23	16 – 20	17 – 20	17 – 20	15 – 18	15 – 18	12 – 14
Щёкинский	200	20 – 25	20 – 23	20 – 23	20 – 24	18 – 24	18 – 23	20 – 24
г. Донской	500	18 – 20	16 – 18	17 – 18	16 – 18	14 – 18	14 – 18	15 – 17
г. Тула	170	14 – 22	14 – 20	14 – 19	14 – 18	13 – 18	13 – 18	12 – 16

Таблица 2

**Динамика уровня гамма-фона в Тульской области после аварии  
на Чернобыльской АЭС [3, 12, 14]**

Наименование муниципального образования	Уровень гамма-фона по годам мкР/ч								
	1986	2000	2001	2004	2007	2009	2011	2016	2020
Арсеньевский	1000	17-21	17-20	17-20	18-20	17-20	17-20	17-19	12-15
Белёвский	350	11-13	11-13	10-13	11-12	11-12	11-12	11-12	11-12
Богородицкий	100	11-14	11-14	11-14	11-14	10-13	10-13	10-14	12-14
Воловский	200	12-15	11-14	11-14	11-12	10-11	10-11	10-11	11-12
Ефремовский	120	11-13	11-13	11-13	11-13	12-14	12-14	10-12	10-12
Каменский	350	17-18	15-17	15-16	13-16	12-16	12-16	12-14	10-13
Кимовский	500	15-16	14-16	14-16	13-15	14-15	14-15	13-14	12-14
Киреевский	800	13-15	13-15	12-15	12-15	14-15	14-15	13-14	13-15
Куркинский	120	13-14	13-14	13-14	13-14	11-13	11-13	12-14	10-12
Новомосковский	1000	14-15	14-15	14-15	14-15	14-15	14-15	13-14	12-14
Одоевский	120	12-14	12-14	12-14	11-13	10-11	10-11	10-11	10-11
Плавский	3500	23-37	23-35	23-36	23-35	28-30	28-30	25-30	24-26
Тёпло-Огарёвский	700	12-15	12-14	11-14	11-12	11-14	11-14	11-13	10-11
Узловский	1700	20-22	20-22	19-21	20-21	19-21	19-21	16-18	15-17
Чернский	150	16-17	15-17	15-18	16-17	14-18	14-18	13-16	12-13
Щёкинский	200	12-14	12-14	10-13	12-13	11-13	11-13	11-13	10-12
г. Донской	500	17-18	15-16	15-17	15-17	14-15	14-15	13-14	12-14
г. Тула	170	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-11

Если внимательно проанализировать таблицу, то можно убедиться, что после проведения первичного гамма-спектрометрической съемки, эколого-радиационная обстановка, конечно, изменилась к лучшему, о чем наиболее ярко свидетельствует динамика показателей гамма-фона, например, в Плавском, Арсеньевском, Новомосковском, Киреевском, Тёпло-Огарёвском районах.

В других районах области, расположенных в зонах «чернобыльского следа», гамма-фон остаётся стабильным, уровень его находится в пределах естественных колебаний, характерных для регионов центра европейской части России (10–20 мкР/ч или 0,10–0,20 мкЗв/ч).

По прогнозным данным Росгидромета [1–3, 10, 14], снижение радиоактивного загрязнения территории Тульской области до уровня менее 5,0 Ки/км<sup>2</sup> ожидается лишь к 2029 году, а снижение до уровня ниже 1 Ки/км<sup>2</sup> – не ранее 2098 года (см. карты в приложениях 2–4). Все эти годы население, естественно, будет нуждаться в мерах социальной поддержки, должны проводиться мероприятия по реализации целевых программ, направленные на дальнейшую реабилитацию загрязненных территорий и оздоровление проживающего на них населения.

К зоне проживания с льготным социально-экономическим статусом относится территория Тульской области, где уровень радиоактивного загрязнения вследствие чернобыльской катастрофы составляет от 1 до 5 Ки/км<sup>2</sup>; к зоне с правом на отселение – территория, где уровень радиоактивного загрязнения составляет от 5 до 15 Ки/км<sup>2</sup>. Других зон радиоактивного загрязнения на территории Тульской области нет.

На начало 2012 года в регионе к зоне с правом на отселение относились 122 населенных пункта, к зоне с льготным социально-экономическим статусом – 1184 [1, 7, 12]. Практически вся часть территории региона, пострадавшая от аварии на ЧАЭС, относится к зоне под названием «зона проживания с льготным социально-экономическим статусом», поскольку в ней располагается 90% населенных пунктов. Доля населения из зоны с правом на отселение составляет менее 5% от численности населения региона, проживающего в зоне «чернобыльского следа». Если же сопоставить численность населения в

пунктах с правом на отселение с общей численностью населения Тульской области, то оно составит 1,82% [3, 7]. Тем не менее, Тульская область, входит в число регионов, на которые распространяется действие федеральных целевых программ («Преодоление последствий радиационных аварий до 2010 года»; «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 года»).

### **Заключение**

По мнению специалистов [1, 3, 10, 14], «чернобыльский след» может растянуться где-то на 70 лет, что повлечёт за собой рост числа различных заболеваний. Известно, что период распада цезия-137, которым загрязнена территория Тульской области в результате аварии на Чернобыльской АЭС, составляет около 30 лет. К настоящему 2020 году прошло почти 35 лет. Известно также, что после дезактивационных работ на загрязнённых территориях уровень радиации снижается каждые сутки на 5% [14, 15]. Поэтому необходимо вести и дальше решительное наступление на снижение уровня радиоактивности цезия-137. А это значит, надо продолжать работы по дезактивации в пострадавших районах Тульской области.

В период с 1986 по 2019 годы выявлен рост следующих болезней: верхних дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта, эндокринной системы, в том числе нарушение иммунитета, психические расстройства, болезни системы кровообращения и др.; причём более тяжёлое протекание этих заболеваний наблюдается именно у жителей территорий, пострадавших в результате выпадения радиоактивных осадков [3, 5, 10, 13, 14].

О кризисном состоянии здоровья туляков последнее время говорят и пишут много, но от этого мало что меняется. Радиационное загрязнение, охватившее 18 районов Тульской области, подвергло большой опасности 317 тысяч детей, проживающих на этой территории. Из года в год растёт контингент детей, больных злокачественными новообразованиями, активным туберкулёзом и т.д. Резко растёт риск различных патологий у детей школьного возраста. Так, за школьные годы в 3,5 раза падает зрение, в 5 раз увеличиваются заболевания пищеварительной системы, в 8-9 раз больше становится болезней костно-мышечной системы, растёт число детей,

страдающих психическими расстройствами. Известно, что на экологически неблагоприятных территориях Тульской области уровень заболеваемости населения, особенно детей, значительно выше средних по стране [3, 5, 10, 13].

Итак, вся экологическая статистика Тульской области пока довольно неутешительная, но оптимистический прогноз учёных обнадеживает. Они утверждают, что если затраты на природоохранные мероприятия увеличить до 7-9%, то за 15 лет экологическое состояние окружающей среды нормализуется. Проблема взаимоотношений «человек – общество - природа» приобретает в настоящее время первостепенное значение в мировой науке [14, 15].

Нынешнее поколение тульских специалистов всех профессий обязано сделать всё от них зависящее, чтобы современное и будущее поколения дышали чистым воздухом, наслаждались кристально чистой водой, питались доброкачественными продуктами и не знало трагедий, подобных чернобыльской.

Весьма примечательно, что учащиеся общеобразовательных учреждений, колледжей и вузов Тульской области вносят посильный вклад в изучение и анализ современной эколого-радиационной обстановки, изучают последствия чернобыльской катастрофы в ходе систематического контроля за радиационным гамма-фоном в местах проживания и ближайшего окружения, активного участия в тематических экологических акциях, вместе с профессионалами занимаются научно-исследовательской деятельностью по изучению влияния радиоактивного загрязнения почв на здоровье природной среды и человека, применяя доступные для своего возраста методы [1, 6, 8].

### Список использованной литературы

1. Апанасюк О.Н., Морозова Т.Е., Симонов А.В. и др. Опыт организации и проведения информационно-образовательных мероприятий на радиоактивно загрязненных территориях Тульской области / Известия ТулГУ. Технические науки. – Выпуск 1. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2013. – С. 393 – 401.
2. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия – Беларусь). / Под ред. Ю.А. Израэля и И.М. Богдевича. – Москва – Минск: Фонд «Инфосфера» - НИИ-Природа, 2009. – С. 46 - 48.
3. Доклад об экологической ситуации в Тульской области за 2019 год. – Тула, Министерство природных ресурсов и экологии Тульской области, 2020 – 115 с.
4. Изучение комплексного загрязнения радиоактивными и токсичными веществами радиоактивно загрязненных городов областного подчинения и прилегающих к ним территорий. Отчет по договору № 9 от 15.04.1993. – Тула, ТулНИГП, 1994 (рукопись).
5. Ихер Т.П. Экологические проблемы Тульского региона / В сб.: Единая система экологического образования и воспитания. – Тула, ТОИРО, 1996. – С. 4 – 19.
6. Организация и проведение на территории Тульской области Интернет-акции «Радиационный фон в местах пребывания населения». Информационно-аналитический отчет по договору № 0708812 от 10.08.2012. – Тула, ГОУ ДОД ТО «ОЭБЦУ», 2012 г.
7. Перечень населенных пунктов, относящихся к территориям радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС. – М.: ИзАТ, 1993. – 112 с.
8. Проведение на территории Тульской области интернет-акции «Радиационный фон в местах пребывания населения», способствующей формированию у населения адекватного восприятия рисков радиационного воздействия. - Информационно-аналитический отчет по договору № 020713 от 05.07.2013 г. – Тула, ГОУ ДОД ТО «ОЭБЦУ», 2013 (рукопись).
9. Разработать радиоэкологические модели районов Тульской области, пострадавших от Чернобыльской катастрофы. Отчет по договору № 05.5-92-5. – Тула, ТулНИГП, 1992 (рукопись).
10. Сергеев Д.Ю., Котик Д.С. Радиационная обстановка в Тульской области: 15 лет после Чернобыля / Тульский экологический бюллетень-2000. – Тула, 2001. – С. 47 – 52.
11. Социально-экологическая оценка Тульской области и разработка мероприятий по реабилитации загрязненных территорий. Отчет по договору № 8 от 15.04.1993. – Тула, ТулНИГП, 1994 (рукопись).
12. Справочник по населенным пунктам Тульской области, подвергшимся радиоактивному загрязнению вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС / Составитель А.В. Шилкин. – Тула, 1996. – 145 с.
13. 20 лет после Чернобыльской аварии: Эколого-радиометрические, медико-демографические, социально-психологические аспекты последствий аварии на радиоактивно загрязненных территориях Тульской области: Информационно-методические материалы. – Тула, Гос. природоохранный центр, 2006. – 53 с.
14. Яблоков А.В., Нестеренко В.Б., Нестеренко А.В. Чернобыль: последствия катастрофы для человека и природы. – СПб.: Наука, 2007. – 376 с.
15. Ядерная энциклопедия. / Под ред. А.А. Ярошинской. – М.: Благотворительный фонд Ярошинской, 1996. – 656 с.

## КАРТА загрязнения цезием-137 территории Тульской области вследствие аварии на Чернобыльской АЭС 1986 год



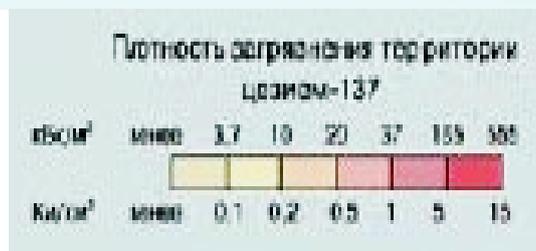
Подготовлено на основании «Атласа современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси», под редакцией академика Российской академии наук Ю.А. Израэля и академика Национальной академии наук Беларуси И.М. Богdevича. 2009 год.

## КАРТА загрязнения цезием-137 территории Тульской области вследствие аварии на Чернобыльской АЭС 1996 год



Подготовлено на основании «Атласа современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси», под редакцией академика Российской академии наук Ю.А. Израэля и академика Национальной академии наук Беларуси И.М. Богдевича. 2009 год.

**КАРТА**  
**загрязнения цезием-137 территории Тульской области**  
**вследствие аварии на Чернобыльской АЭС**  
**2006 год**



Подготовлено на основании «Атласа современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси», под редакцией академика Российской академии наук Ю.А. Израэля и академика Национальной академии наук Беларуси И.М. Богдевича. 2009 год.

## КАРТА прогнозного загрязнения цезием-137 территории Тульской области вследствие аварии на ЧАЭС 2016 год



Подготовлено на основании «Атласа современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси», под редакцией академика Российской академии наук Ю.А. Израэля и академика Национальной академии наук Беларуси И.М. Богдевича. 2009 год.