

## ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ УРОВНЕЙ РАДИАЦИОННОГО ГАММА-ФОНА В СЕЛЕ ПРИШНЯ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЯХ (ЩЁКИНСКИЙ РАЙОН ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)

Коврижных А.А.

*Щекинский район Тульской области, МБОУ «Пришненская средняя школа № 27», 11 класс*

*Руководитель: Ихер Т.П., Щекинский район Тульской области, МБОУ «Пришненская средняя школа № 27», учитель биологии и экологии, почетный работник общего образования РФ*

Данная статья является реферативным изложением основной работы. Полный текст научной работы, приложения, иллюстрации и иные дополнительные материалы доступны на сайте VI Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: <https://school-science.ru/6/19/38100>.

В апреле 2016 года исполнилось 30 лет чернобыльской трагедии, отразившейся в судьбах многих миллионов жителей Европы, когда в зонах воздействия радиоактивного выброса из аварийного реактора четвертого энергоблока Чернобыльской атомной электростанции оказались не только огромные территории Украины, Белоруссии и России, но и ряд стран Скандинавии, Балтии и Восточной Европы. Только в России радиоактивному загрязнению подверглись территории 19 регионов с общей численностью населения около 30 миллионов человек.

Тульская область входила в число регионов, оказавшихся в зонах радиоактивного загрязнения вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, на которые распространялось действие федеральной целевой программы «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 года». Большая часть территории МО Крапивенское Щёкинского района, куда входит и село Пришня, по данным на 01.01.1993 г. находилось в зоне «чернобыльского следа», где уровни загрязнения почвы цезием-137 составляли более 1 Ки/км<sup>2</sup>.

В наши дни регулярный контроль радиационного гамма-фона в селитебных и рекреационных зонах Щёкинского района отсутствует. Поэтому наше исследование весьма актуально: проведя дозиметрический контроль радиационного гамма-фона в селе Пришня и населенных пунктах, расположенных вблизи села, а также на территории Пришненской школы, мы смогли дать оценку эколого-радиационной обстановки в МО Крапивенское и повысить уровни информированности учащихся нашей школы и местных жителей по проблемам безопасного проживания в зонах «чернобыльского следа» на тульской земле.

К данной социальной значимой деятельности обучающиеся Пришненской

средней школы № 27 приобщились осенью 2012 года, когда в рамках реализации регионального эколого-образовательного проведения межрегиональной Интернет-акции «радиационный фон в местах пребывания населения» вместе с волонтерами из ГОУ ДО ТО «ОЭБЦУ» провели первичное дозиметрическое обследование территории школы. Далее в течение последующих 2014 – 2018 гг., в период работы летнего пришкольного оздоровительного лагеря, а затем в ходе участия в экологических практикумах на внеурочных занятиях по основам экологии, группами учащихся 5 – 8 классов была выполнена достаточно детальная дозиметрическая съёмка гамма-фона на пришкольной территории, а также в сельских поселениях Пришня, Захаровка, Бегичево, Каменка, Ястребовка. В результате участия в образовательном проекте «Мы за радиоэкологическую безопасность», внедряемом ГОУ ДО ТО «ОЭБЦУ» в проектно-исследовательскую деятельность образовательных организаций региона, были существенно расширены и пополнены наши знания по физике, химии, экологии, географии, ОБЖ. Таким образом, заинтересовавшись новым для нас направлением исследовательской деятельности, мы решили самостоятельно провести дозиметрический контроль уровней гамма-фона на малой родине – в Щёкинском районе Тульской области.

Настоящий исследовательский радиоэкологический проект подготовлен на основе изучения радиационного гамма-фона и оценки эколого-радиационной обстановки в селитебных и рекреационных зонах села Пришня и его окрестностях, в том числе на территории Пришненской средней школы № 27.

Цель исследования – иречение радиационного гамма-фона и оценка текущей радиоэкологической обстановки на терри-

тории МБОУ «Пришненская средняя школа № 27», а также в ряде населенных пунктах, входящих в муниципальное образование Крапивенское Щёкинского района Тульской области: с. Пришня, дд. Бегичева, Захаровка, Каменка, Ястребовка.

**Цель** достигалась путем решения следующих задач:

- изучить теоретические основы и освоить методику дозиметрического измерения радиационного гамма-фона на территории Волчье-Дубравской средней школы;

- выполнить экспедиционно-полевые работы по измерению радиационного гамма-фона в населенных пунктах, входящих в муниципальное образование Крапивенское Щёкинского района Тульской области, располагавшихся в зоне радиоактивного загрязнения вследствие аварии на ЧАЭС;

- провести математическую обработку полевых материалов и выполнить картографическое моделирование результатов дозиметрического измерения радиационного гамма-фона в обследованных населенных пунктах;

- проанализировать эколого-радиационную обстановку в обследованных населенных пунктах и на территории Пришненской средней школы № 27.

Объекты исследования – территории МБОУ «Пришненская средняя школа № 27», села Пришня, деревень Бегичево, Захаровка, Каменка, Ястребовка, расположенные на территории муниципального образования Крапивенское Щёкинского района Тульской области.

Предмет исследования – уровни радиационного гамма-фона, измеренные с помощью дозиметров типа «РАДЭКС РД1503» по специально разработанным картам-схемам (масштабы – 1 : 20000; 1 : 25000; 1 : 35000).

Сроки выполнения работы. Экспедиционно-полевое обследование населенных пунктов на территории муниципального образования Крапивенское Щёкинского района проводилось нарастающим итогом в несколько приёмов в течение 2014 – 2017 гг. в ходе полевых работ заполнялись протоколы обследования, велась необходимая математическая обработка цифровых материалов. Далее в течение осени 2017 г. все собранные полевые и камерально-обработанные материалы обобщены, проанализированы, что позволило провести картографическое моделирование результатов дозиметрического обследования ряда сельских населенных пунктов. На основе результатов указанных этапов в январе 2018 г. был оформлен настоящий радиоэкологический проект.

**Методика исследования.** В ходе настоящего исследования применялись следующие методы:

- изучение различных литературных источников по теме исследования; специальной научной и научно-методической литературы; монографий ученых экологов; тематических отчетов по научно-исследовательским работам, в 1990–2000-е гг. выполненные отраслевыми региональными и федеральными научно-исследовательскими организациями и ведомствами; сборники публикаций материалов научно-практических конференций и теоретических семинаров по изучаемой теме и пр. [1–3; 7, 11, 16–18; 23–24];

- знакомство с дозиметрическим оборудованием и методами измерения радиационного гамма-фона [1, 12, 20, 24];

- измерения радиационного гамма-фона с использованием персонального дозиметра «РАДЭКС РД1503», предназначенного для оценки радиационной обстановки на местности по величине мощности эквивалента дозы гамма-излучения;

- математическая и статистическая обработка результатов дозиметрического контроля радиационного гамма-фона в обследуемых населенных пунктах в программе Excel [6];

- картографическое моделирование результатов изучения радиационного гамма-фона в программе MS Power Point 2010;

Общие методических подходы к дозиметрическому контролю радиационного гамма-фона в населенных пунктах сводились к следующему [7, 17, 22]:

- измерение мощности эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения проводилось на высоте 1,0 м над поверхностью почвы (не покрытой асфальтом, плиткой и пр.) в границах населенного пункта и непосредственно прилегающей к нему местности;

- в отдельных случаях допускалось измерение МЭД гамма-фона непосредственно на почвенном покрове, куче строительного или бытового мусора сомнительного происхождения, терриконе пустой породы вблизи угольной шахты и пр.;

- количество точек измерения МЭД гамма-фона в обследуемом населенном пункте определялось в зависимости от площади и численности его населения: так, в сельском населенном пункте, расположенном линейно вдоль автодороги, радиационный фон измерялся не менее чем на 3 – 4 участках, относительно равномерно отстоящих друг от друга; в более крупных населенных пунктах – в зависимости от плана и расположения жилой и общественной зоны;

– для достоверного определения уровня МЭД проводилось не менее трёх-пяти циклов наблюдения при записи значения гамма-фона в выбранных единицах размерности (мкЗв/ч или мкР/ч);

– дозиметрическому обследованию в первую очередь подлежали места массового пребывания населения: объекты общественной зоны (автобусные остановки, магазины, почта, учреждения культуры, общественного питания и пр.), образовательные учреждения (детские сады, школы), жилые кварталы (частная и многоэтажная застройка), рекреационные зоны (стадионы, парки, скверы, водные объекты и пр.), храмы и святые источники, местные кладбища и т.д;

– дозиметрическое обследование территории образовательного учреждения включало измерения МЭД гамма-излучения на входе (у калитки, ворот), по периметру территории вдоль изгороди (наружному и внутреннему), под водостоками с крыши, по периметру зданий, на травяных газонах, на газонах с декоративно-цветочным оформлением, в пришкольных садах, на огородах, спортивных и игровых площадках и пр.;

– на территории жилой зоны МЭД гамма-излучения измерялось по периметру здания, под водостоками с крыш, вдоль зеленых насаждений, на газонах, детских площадках и пр.;

– при обследовании многоэтажной застройки МЭД гамма-излучения измерялась под водостоками с крыш зданий, покрытых шифером, рубероидом и прочими пористыми материалами, обладающими высокой адсорбционной способностью;

– замеры радиационного гамма-фона с учётом рельефа местности проводились в пониженных местах, расположенных по долинам водных объектов и оврагов, в котловинах водоемов, под высокими старыми деревьями на возвышенных местах, высаженных вдоль улиц, автомобильных дорог, а также в массивах лесонасаждений, прилегающих к селитебным зонам.

### **1. Результаты исследования. Анализ последствий радиоактивного загрязнения территории Тульской области вследствие аварии на Чернобыльской АЭС (литературный обзор)**

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

На территории Тульской области сформировалась своеобразная экологическая обстановка. 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, машиностроительный, топливно-энергетический, горнодобывающий, химический, дорожно-транспортный, агропромышленный, играющие огромную роль в создании высокоинтенсивной техногенной нагрузки на окружающую природную среду и человека как части природы [8, 13]. При этом почти 90% всего промышленного потенциала сосредоточено в городе Туле и центральной части Тульской области, которые представляют собой густонаселенную территорию с высокой плотностью населения и развитой системой расселения, выполняющей районообразующую роль, являясь административными и обслуживающими центрами. В пригородных зонах этих центров происходит концентрирование сельских населенных пунктов. По территории Тульская область, площадь которой составляет около 25,7 тыс. кв. км, находится на 11 месте среди 13 регионов Центра России, а по плотности населения уступает лишь Москве и Московской области [8].

Экологическая обстановка в регионе существенно ухудшилась вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС, в результате которой радиоактивному загрязнению подверглись 17 районов и г. Донской на площади 14,5 тыс. кв. км, что составило более половины (56,3%) её территории с населением 928,8 тыс. человек. Радиоактивное загрязнение территории области происходило в три этапа в период с 7 по 15 мая 1986 года в результате осадения парогазовых компонентов выбросов ЧАЭС, содержащих цезий-134, цезий-137, стронций-90. Указанными радионуклидами оказались загрязнены почвы, донные отложения водоёмов, лесные массивы [16].

Плотность радиоактивного загрязнения почвы цезием-137 составила в среднем от 1 до 15 Ки/кв. км, а на отдельных участках территорий – до 27–40 Ки/кв. км [25]. На территории зоны радиоактивного загрязнения оказалось 687,4 тыс. га площадей сельскохозяйственных угодий, в том числе 76,5 тыс. га – с плотностью загрязнения радиоцезием свыше 5,0 Ки/кв. км. Кроме того, радиоактивному загрязнению подверглись 27% земель лесного фонда Тульской области; при этом общая площадь загрязнения лесных угодий радионуклидами цезия-137 составила 78,388 тыс. га [25].

Таким образом, воздушная среда, почвы, подстилающие породы, поверхностные и подземные воды на значительной территории региона стали характеризоваться высокой степенью радиоактивного загрязнения.

На основании указанных данных распоряжением правительства РСФСР от 28.12.91 г. № 237-р был утвержден «Перечень населенных пунктов, относящихся к территориям радиоактивного загрязнения Российской Федерации», определены границы зон радиоактивного загрязнения. Первоначально к радиоактивно загрязненным территориям были отнесены 2036 населенных пунктов Тульской области, из них к зоне проживания с правом на отселение – 308 населенных пунктов, а к зоне проживания с льготным социально-экономическим статусом – 1728 населенных пунктов [25].

В соответствии с Законом РФ от 15.05.91 г. № 1244-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС», и в связи со стабилизацией радиационной обстановки постановлением правительства РФ от 18.12.97 г. № 1582 «Об утверждении перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС», границы радиоактивно загрязненных территорий были пересмотрены. Руководствуясь данным постановлением правительства РФ, в Тульской области 737 населенных пунктов с населением 180 тыс. человек было выведено из зоны радиоактивного загрязнения, а в 181 населенном пункте (с населением общей численностью 105 тыс. человек) понижен статус,



Рис. 1. Карта загрязнения цезием-137 территории Тульской области вследствие аварии на Чернобыльской АЭС (1986 год)

то есть они переведены из зоны проживания с правом на отселение в зону проживания с льготным социально-экономическим статусом. Таким образом, согласно вышеуказанного постановления правительства РФ, к зоне радиоактивного загрязнения на территории региона были отнесены 1306 населенных пунктов в 15 районах, а также в г. Донском и г. Новомосковске, где проживало около 665,3 тыс. человек [10].

К радиоактивно загрязненным муниципальным образованиям Тульской области отнесены Арсеньевский, Белёвский, Богородицкий, Воловский, Ефремовский, Каменский, Кимовский, Киреевский, Куркинский, Плавский, Одоевский, Тёпло-Огарёвский, Чернский, Узловский, Щёкинский районы, а также города Донской

и Новомосковск [25]. В зоне проживания с правом на отселение на территориях с плотностью загрязнения радиоцезием в 5,0 Ки/кв.км и более остаются 122 населенных пункта с общей численностью населения 29,2 тыс. человек. К зоне проживания с льготным социально-экономическим статусом (территории с плотностью загрязнения цезием-137 от 1,0 до 5,0 Ки/кв.км) отнесены 1184 населенных пункта с населением 636,1 тыс. человек [13, 18]. Особенно сильно пострадали селитебные территории, сельскохозяйственные и лесные угодья Плавского, Арсеньевского, Чернского, Киреевского, Щекинского, Богородицкого, Узловского районов. «Чернобыльский след» на тульской земле занимал площадь 14,5 тыс. кв. км [14].



Рис. 2. Карта прогнозного загрязнения цезием-137 территории Тульской области вследствие аварии на ЧАЭС (2016 год)

Анализ распределения радиоактивного загрязнения в пределах районов и отдельных крупных населенных пунктов показал [7, 17], 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 имеются радиоактивно чистые зоны. В Новомосковском и Щекинском районах радиоактивное загрязнение установлено в пределах южных территорий [7, 16]. Пятнистый характер загрязнения цезием-137 хорошо проявлен в таких городах, как Плавск, Узловая, Новомосковск, Богородицк, где на фоне сравнительно невысокого уровня содержания указанного радионуклида имеют место аномалии с довольно высокими значениями [7]. Возникновение их, как правило, связано с вторичным перераспределением радиоцезия и его концентрированием на небольших по площади локальных участках.

Эти аномалии обнаружены при детальном наземном обследовании населенных пунктов [16]. Они возникали 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 наблюдались на свалках бытовых отходов, хранения навоза, компоста, перегнившей соломы. Экологическая оценка радиоактивного загрязнения селитебных зон и сельскохозяйственных и лесных угодий проводилась по двум основным показателям [7]: мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на уровне 1,0 метра над поверхностью почвы (мкР/ч или мкЗв/ч) и степени радиоактивного загрязнения по отдельным радионуклидам (содержанию в почве радионуклидов) (Ки/кв. км).

Однако выпавшие на территории Тульской области радионуклиды подвержены естественному распаду. В настоящее время радиационная обстановка в целом имеет тенденцию к стабилизации, а уровни радиационного гамма-фона постепенно снижаются до фоновых значений гамма-фона, характерного для регионов центра европейской части России (0,10 – 0,20 мкЗв/ч).

По прогнозным данным Росгидромета [4, 5, 6], 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. карту на вкладке). Все эти годы население, естественно, будет нуждаться в мерах социаль-

ной поддержки, должны проводиться мероприятия по реализации целевых программ, направленные на дальнейшую реабилитацию загрязненных территорий и оздоровление проживающего на них населения.

### *1.2. Радиационный мониторинг и контроль радиационной обстановки на территории Тульской области в 2014 году*

Изучение состояния радиационной обстановки на территории Тульской области в 2014 году проводилось радиологическими лабораториями ФГБУ «Тульский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тульской области», центрами химизации и сельскохозяйственной радиологии «Тульский» и «Плавский», филиалом ФГУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса Тульской области» [7]. Радиационная обстановка на территории Тульской области по сравнению с предыдущими годами существенно не изменилась и остается удовлетворительной. Вклад в дозу облучения населения от природных источников составил в 2014 году – 89,5 %, и среднегодовая эффективная доза природного облучения человека составила – 3,71 мЗв/чел. По структуре данная доза разделяется на дозу от космического излучения – 0,40 мЗв (10,7%), от внешнего облучения – 0,73 мЗв (19,6%), от внутреннего облучения за счет пищевых продуктов и питьевой воды – 0,12 мЗв (3,2%), от калия-40 – 0,17 мЗв (4,6%) и ингаляции радона – 2,29 мЗв (61,7%).

Управлением Роспотребнадзора по Тульской области в 2014 году осуществлялся комплекс надзорных мероприятий за факторами среды обитания и деятельности предприятий и организаций, использующих источники ионизирующего излучения (ИИИ) в том числе: питьевой воды, строительных материалов, помещений жилых и общественных зданий, рабочих мест и др. [7].

При контроле облучения населения от естественных радионуклидов (радон, радий-226, торий-232, калий-40 и др.) проводились исследования минерального сырья, строительных материалов, воздуха жилых и общественных зданий с количеством исследований – 454. По их результатам все стройматериалы относились к I классу, то есть применение без ограничения по радиационному фактору. В 2014 году на показатели радиационной безопасности проведено 5333 измерения помещений жилых и общественных зданий и в 15 из них установлено превышение санитарных требований по радону.

Осуществлялся радиологический контроль питьевой воды с количеством ис-

следований – 1045. В 6 пробах на территориях – г. Тула, г. Богородицк, п. Заокский, Богородицком, Веневском и Заокском районах, отмечалось превышение суммарной альфа-активности природных радионуклидов, не выходящих за рамки гигиенических требований.

Согласно отчетным формам в 2014 г. проведено 2130 исследований продовольственного сырья и пищевых продуктов, из них 1455 исследований продуктов питания местного производства. Исследования пищевых продуктов проводились, в том числе и в 285 населенных пунктах, подвергшихся загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС.

По результатам исследований на содержание цезия-137 и стронция-90 в продуктах питания произведенных на загрязненных территориях установлено, что содержание радионуклидов в 100 раз ниже допустимых уровней. По данным радиохимических исследований в 2014 году среднее содержание цезия-137 в молоке и картофеле составляет около 0,5 Бк/кг (норматив в молоке – 100 Бк/кг, в картофеле – 80 Бк/кг); стронция-90 – 0,2 Бк/кг (норматив в молоке – 25 Бк/кг, в картофеле – 40 Бк/кг). Максимальное содержание цезия-137 в молоке 0,92 Бк/кг, в картофеле – 1,12 Бк/кг. В дикорастущих грибах среднее содержание цезия-137 составило 2,23 Бк/кг, максимальное содержание – 11,8 Бк/кг (норматив – 500 Бк/кг). Превышений допустимых уровней по содержанию цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и продовольственном сырье местного производства не обнаружено [7].

Одновременно в каждом населенном пункте, где проводился отбор проб, осуществлялись измерения уровней гамма-фона в контрольных стационарных точках, показатели которого стабильны и находятся в пределах естественных колебаний, характерных для средних широт Европейской территории Российской Федерации. В среднем уровень гамма-фона на загрязненной территории составил 0,11–0,15 мкЗв/час при максимальном значении 0,24 мкЗв/час в Плавске. Гамма-фон на «чистой» территории находился в диапазоне значений 0,10–0,12 мкЗв/час при допустимом значении естественного гамма-фона – 0,20 мкЗв/час.

ФГБУ «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Плавский» в плановом порядке осуществлялся контроль качества растениеводческой продукции. В своей деятельности специалисты Центра руководствовались «Рекомендациями по ведению сельскохозяйственного производства в условиях загрязнения территории в результате аварии на Чернобыльской АЭС»,

а также соответствующими нормативными документами, утвержденными Минсельхозом России, комиссией Таможенного союза (технический регламент Таможенного союза «О безопасности зерна», КУ ВП 13–7–2/216) [7].

Анализ продукции проводится выборочно во всех районах зоны ответственности. В 2014 году проанализирован 531 образец. Исследовались пробы зерна, кормов (сено, сенаж, силос, комбикорм, кормовые добавки), корнеплодов, картофеля, овощей, плодов, ягод, а также лекарственные травы, побочная продукция сельскохозяйственного производства и т. д. Образцы сельскохозяйственной продукции отбирались в соответствии с методическими указаниями по радиологическому обследованию растительной продукции и кормов. Превышений норм по содержанию контролируемых радионуклидов не выявлено.

Содержание цезия-137 в зерне составило от 0 до 9,1 Бк/кг, при допустимом уровне не более 60 Бк/кг в зерне на пищевые цели и 180 Бк/кг – на кормовые цели [7]. В грубых кормах – от 0 до 46 Бк/кг, при допустимом уровне – 600 Бк/кг, в сочных кормах – от 0 до 3,7 Бк/кг, при нормативе 600 Бк/кг, в корнеклубнеплодах ниже 3,6 Бк/кг, при допустимом уровне 600 Бк/кг. Концентрации цезия-137 в высушенных дикорастущих лекарственных травах составила от 0 до 14,7 Бк/кг, в семенах рапса, сои, подсолнечника, горчицы от 0 до 8,5 Бк/кг, при допустимом уровне масличных культур на пищевые цели – 60 Бк/кг, кормовые – 180 Бк/кг. Максимальные концентрации отмечены в отдельных образцах, выращенный в Плавском, Тепло-Огаревском, Чернском, Узловском районах.

С целью уточнения радиационной обстановки на землях сельскохозяйственного назначения было проведено обследование Плавского и Кимовского, частично Куркинского, Воловского и Чернского районов. Проверено 3157 образцов.

В 2014 году, по сравнению с 2013 годом, по указанной зоне обслуживания площадь земель с загрязнением от 1 до 5 к/км<sup>2</sup> уменьшилась на 19,6 тыс. га. Всего обследовано загрязненных земель Плавского района с уровнем загрязнения свыше 1 кКи/км<sup>2</sup> – 246,6 тыс. га, из них 4,2 тыс. га с загрязнением свыше 5 Ки/км<sup>2</sup>. По сравнению с первоначальным периодом после чернобыльской аварии площадь загрязнения подконтрольной ФГБУ «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Плавский» территории снизилась в 2,4 раза, а в наиболее загрязненном Плавском районе – в 1,2 раза. Плотность загряз-

нения за весь период наблюдения в среднем по району снизилась соответственно с 4,2 до 2,1 Ки/км<sup>2</sup> [7].

Центром ФГБУ «Тулаагрохимрадиология» в 2014 году с целью уточнения радиационной обстановки проведено детальное радиологическое обследование сельскохозяйственных угодий Щекинского района на площади 55,0 тыс. га. Отобрано и проанализировано 5751 образцов почвы. Отбор образцов почвы проводился по «Методике крупномасштабного агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий», РСФСР, 1983 г. При отборе почвенных образцов проводился замер мощности гамма-излучения дозиметром ДРГ-01Т и СРП – 68–01. Анализ почвенных проб выполнен в стационарных условиях методом гамма-спектрометрии с использованием анализаторов «Прогресс БГ» и УСК «Гамма Плюс». На основании результатов обследования проведено картирование почв сельскохозяйственных угодий по критическому радионуклиду цезию-137 [7].

По данным обследования Щекинского района в 2014 году средневзвешенная плотность загрязнения почв сельскохозяйственных угодий цезием-137 составляла 1,9 Ки/км<sup>2</sup> [7].

В зоне обслуживаемой центром на 01.01.2015 года имеется 201,9 тыс. га сельскохозяйственных угодий загрязненных цезием – 137, из них с плотностью загрязнения от 1 до 5 Ки/км<sup>2</sup> 201,0 тыс. га и 0,9 тыс. га свыше 5 Ки/км<sup>2</sup>. ФГБУ «Тулаагрохимрадиология» в плановом порядке проводился мониторинг радиоактивного загрязнения растениеводческой продукции. В 2014 году отобрано и проанализировано 1002 образца продукции, из них 694 зерна, 170 сена и соломы, 49 картофеля, овощей, плодов и 89 сочных кормов. Мониторинг радиоактивного загрязнения сельскохозяйственной продукции показывал, что хотя по уровню загрязнения цезием-137 продукция отвечает санитарным нормам, и, тем не менее, содержание его в продукции превышает доаварийный уровень в 5–10 раз.

Радиационная обстановка на сельскохозяйственных угодьях стабилизировалась, но об улучшение констатировать преждевременно. Средневзвешенное содержание цезия-137 в почве загрязненных районов превышает доаварийный уровень в 44–78 раз и составляет 345–701 Бк/кг (по данным обследования контрольных участков в 2014 году) [7].

В зоне, обслуживаемой ФГБУ «Тулаагрохимрадиология», по состоянию на 01.01.2015 года имелось 162,8 тыс. га радиоактивно-загрязненной пашни, в том

числе с рН = 5,5 свыше 90 тыс. га, где необходимо проводить реабилитационные мероприятия, включающие в себя известкование, фосфорирование, внесение калийных и фосфорных удобрений. Проведение этих мероприятий позволяет снизить поступление радионуклидов в продукцию растениеводства и способствует снижению дозовой нагрузки на проживающее в загрязненных районах население. В последние годы работы по реабилитации земель в основном ведутся только за счет известкования. За период реализации ФЦП «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2010 года» произвестковано 15,2 тыс. га и внесено калийных удобрений на площади 14,7 тыс. га, что соответственно составляет 15,6% и 8,6% от общей площади пашни, подлежащей реабилитации [7].

Филиалом ФГУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса Тульской области» осуществлялся радиационный мониторинг территории лесного фонда в 13 районах области. Превышения допустимых уровней содержания цезия-137 в исследованных пробах лесных ресурсов не обнаружено, их заготовка на лесных участках в составе земель лесного фонда на территории Тульской области и использование не ограничены.

Тульским ЦГМС – филиалом ФГБУ «Центральное УГМС» в 2017 году проводился мониторинг радиоактивного загрязнения с ежедневным замером уровня гамма-фона воздуха дозиметрами ДРГ-01Т1 и ДБГ-06Т на стационарных пунктах наблюдения (метеостанциях) и Новомосковской лаборатории мониторинга загрязнения атмосферы (НЛМЗА) Тульского ЦГМС и ежедневными планшетными наблюдениями за радиоактивными выпадениями из атмосферы на шести метеостанциях. За отчетный период превышений уровня гамма-фона и радиоактивных выпадений из атмосферы в контролируемых Тульского ЦГМС точках не было отмечено.

Проведение радиационного мониторинга позволило вести сельскохозяйственное производство с учетом уровня радиоактивного загрязнения почвы, обеспечить радиационно-безопасное использование лесного фонда, улучшить экологическую обстановку и снизить до возможно низкого уровня негативные медицинские, социальные и психологические последствия чернобыльской катастрофы для населения.

По результатам проведения радиационного мониторинга разработан радиационно-гигиенический паспорт территории Тульской области (по состоянию на 01.01.2015 года). В радиационно-гигиеническом паспорте проведен анализ основ-



ных параметров состояния радиационной обстановки в населенных пунктах, на предприятиях и в организациях области, в окружающей природной среде. В паспорте отражены меры, направленные на снижение дозовой нагрузки населения от техногенных и природных источников ионизирующего излучения, обеспечению установленным правилам и норм радиационной безопасности. Государственный учет и контроль радиоактивных веществ и радиоактивных отходов проводился с охватом всех промышленных предприятий, учреждений и организаций на территории области, осуществляющих работы с радионуклидными источниками ионизирующего излучения.

## **2. Дозиметрический контроль радиационного гамма-фона на территории села Пришня и его окрестностей**

### *2.1. Изучение радиационного фона на территории Пришненской средней школы № 27*

МБОУ «Пришненская средняя школа № 27» представляет образовательный

комплекс, включающий среднюю общеобразовательную школу и детский сад, которые располагаются в двух просторных современных двухэтажных зданиях, имеют общую ограду, большие территории с зелёными насаждениями, цветниками, спортивными и детскими игровыми площадками, хорошо оборудованный школьный стадион, гаражи и прочие хозяйственные постройки.

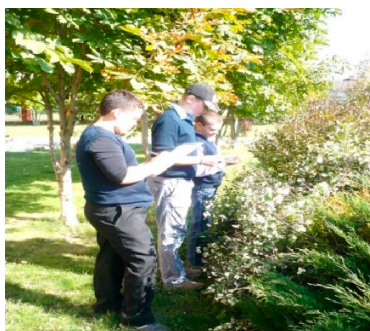
В соответствии с методикой выбора точек дозиметрического контроля территорий образовательных учреждений измерения МЭД гамма-излучения проводились на входе на территорию Пришненской средней школы № 27 или детского сада, по периметру изгороди (снаружи и внутри), вдоль дорожек и аллей, на травяных газонах, клумбах и рабатках, в пришкольном садах и на огороде, на спортивных и игровых площадках, а также под водостоками с крыш и на отмостках по периметрам зданий (см. фото на странице-вкладке).

Результаты измерений мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на указанных территориях Пришненской школы представлены в таблице.

### *Дозиметрическое обследование территории Пришненской средней школы № 27*



*Фото 1. Замеры гамма-фона на цветочных газонах*



*Фото 2. Дозиметрический контроль древесно-кустарниковых насаждений*



Фото 3. Дозиметрический контроль древесно-кустарниковых насаждений



Фото 4. Измерение МЭД гамма-излучения у цветника за воротами школы

Результаты измерения радиационного гамма-фона на территории МБОУ «Пришненская СШ № 27» Щёкинского района, мкЗв/ч

№ пп	Наименование объектов пришкольной территории	Общее кол-во точек измерения	Значение уровня гамма-фона, мкЗв/ч		
			min	max	средн.
1	2	3	4	5	6
	Территория средней школы				
1	Вход на территорию школы	3	0,14	0,16	0,15
2	Полоса из древесных культур вдоль наружного периметра территории школы и детского сада	40	0,14	0,18	0,16
3	Полоса из древесных культур вдоль внутреннего периметра территории школы и детского сада	40	0,15	0,18	0,15
4	Цветочные газоны вдоль фасада здания школы	20	0,12	0,16	0,14
5	Травяно-кустарниковые газоны вдоль периметра территории школы	18	0,11	0,15	0,13
6	Отделы цветочно-декоративных культур	15	0,12	0,18	0,14
7	Альпинарий	10	0,10	0,16	0,13
8	Травяные газоны на заднем дворе школы	16	0,12	0,15	0,14
9	Теплица	10	0,10	0,15	0,12
10	Игровые площадки	15	0,11	0,17	0,15
11	Запасные въездные ворота	4	0,12	0,15	0,13
12	Цветочные бордюры	18	0,12	0,16	0,13
13	Баскетбольная площадка	8	0,12	0,17	0,13
14	Сектор для прыжков в длину	5	0,13	0,17	0,16
15	Турники	4	0,14	0,15	0,15
16	Гаражи	5	0,14	0,17	0,15
17	Футбольное поле	8	0,11	0,14	0,12
18	Внутренний дворик	5	0,14	0,17	0,15
19	Крыльцо (вход в здание школы)	3	0,12	0,14	0,13
20	Водостоки с крыши	16	0,14	0,16	0,15
21	Запасной выход из школы	6	0,13	0,17	0,15
Итого	269	0,11	0,18	0,15	

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6
	Территория детского сада				
22	Вход в детский сад	3	0,13	0,16	0,15
23	Газоны с древесно-кустарниковыми культурами	24	0,11	0,13	0,12
24	Цветочно-декоративные газоны	20	0,10	0,13	0,12
25	Травяные газоны	12	0,12	0,15	0,14
26	Ягодные кустарники	8	0,16	0,19	0,18
27	Детские игровые площадки	12	0,15	0,18	0,17
1	2	3	4	5	6
28	Спортивные площадки	8	0,16	0,18	0,17
29	Песочницы	12	0,14	0,15	0,15
30	Веранды	10	0,12	0,15	0,14
31	Крыльцо	3	0,12	0,15	0,14
32	Запасной выход	4	0,14	0,15	0,14
33	Водостоки с крыши	15	0,14	0,17	0,16
34	Запасные въездные ворота	3	0,12	0,15	0,14
Итого	134	0,10	0,19	0,15	
Итого по территории пришкольного участка	426	0,10	0,19	0,15	

Анализ данных таблицы свидетельствует о том, что средние значения гамма-фона, измеренного в 426 точках в разных функциональных зонах пришкольной территории, колебались в интервале 0,10 – 0,19 мкЗв/ч и при средней величине 0,15 мкЗв/ч. Пространственное представление о распределении уровней гамма-фона на территории Пришненской средней школы № 27 можно получить, проанализировав карту в приложениях.

Изучение данных указанной таблицы свидетельствует о том, насколько детально проводилось изучение радиационного гамма-фона на территории образовательного учреждения. При этом в обследованном общеобразовательном учреждении превышений фоновых значений МЭД гамма-излучения (0,20 мкЗв/ч) не выявлено.

#### Выводы

1. Несмотря на сравнительно большой объём публикаций в специальной литературе и периодических научных и научно-популярных изданиях по эколого-радиологическим проблемам Тульского региона, на наш взгляд, в настоящее время контролирующими органами и природоохранными ведомствами уделяется недостаточное внимание текущему радиационному контролю селитебных зон в муниципальных образо-

ваниях, расположенных в границах «чернобыльского следа», в том числе в Щёкинском районе.

2. В ходе выполнения данной учебно-исследовательской работы группой учащихся 5 – 8 классов в июне и сентябре 2015 года выполнены измерения радиационного гамма-фона в 1220 точках на территориях Пришненской средней школы № 27 и 5 сельских поселений, входящих в состав МО Крапивенское.

3. Результатами проведенного общественного дозиметрического контроля установлено, что средние значения измеренной мощности экспозиционной дозы гамма-излучения в обследованных населенных пунктах не превысили уровней естественного гамма-фона (0,10 – 0,20 мЗв/ч).

4. Коллективом учащихся МБОУ «Пришненская средняя школа № 27» проведен детальный анализ результатов дозиметрического контроля с помощью отстроенных картографических материалов разных масштабов, отражающих распределение уровней гамма-фона в селитебных и рекреационных зонах сельских поселений, в том числе на пришкольной территории, позволивших получить пространственное представление об эколого-радиологической обстановке в Щёкинском районе, пострадавшем в результате чернобыльской катастрофы.

5. Сравнительный анализ картографических материалов, полученных в ходе общественного дозиметрического контроля селитебных и рекреационных зон изученного муниципального образования Тульской области, с официальной картой «Распределение зон радиоактивного загрязнения цезием-137 территории Тульской области вследствие аварии на Чернобыльской АЭС» (2016 год) позволил оценить экологическую ситуацию в обследованных населенных пунктах как относительно благополучную, что обусловлено значениями радиационного гамма-фона, близкими к естественному гамма-фону, где плотность загрязнения территорий цезием-137 составляет менее  $1,0 \text{ Ки/км}^2$ .

6. Благодаря участию учащихся в данном социально значимом проекте уровня информированности о текущей радиологической обстановке повысились практически у всех слоёв населения МО Крапивенское Щёкинского района Тульской области.

#### Список литературы

1. Азбука радиационной защиты. – М.: Изд-во «Комтех-принтер», 2005. – 44 с.
2. Алексахин Р.М. Радиозоологические уроки Чернобыля // Радиобиология. – 1993. – № 1. С. 3 – 14.
3. 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. – Вып. 1. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2013. – С. 393 – 401.
4. 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. – М. – Минск: Фонд «Инфосфера» – НИИ-Природа, 2009. – С. 46, 48.
5. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей природной среды в Российской Федерации в 2011 году». – М., МПР, 2012. – 496 с.
6. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2011 году». – М., Роспотребнадзор, 2012. – 456 с.
7. Доклад об экологической ситуации в Тульской области за 2014 год. / Экология и культура. – № 1 (33), март 2016 г.
8. Ихер Т.П. Экологические проблемы Тульского региона. / В сб.: Единая система экологического образования и воспитания. – Тула, ТОИРО – ТОЭБЦу, 1996. – С. 4 – 19.
9. Ихер Т.П., Шиширина Н.Е. Мнение педагогической общественности о чернобыльских проблемах Тульского региона. / Тульский экологический бюллетень-2006. Выпуск 2. – Тула, 2006. – С. 171 – 182.
10. Ихер Т.П., Шиширина Н.Е., Корнейчук М.А., Фокина Д.Е. Общественный дозиметрический контроль радиационного фона в Тульской области. / Тульский экологический бюллетень-2013. – Тула: Гриф и К., 2013. – С. 168 – 185.
11. Край наш Тульский: Путеводитель / Сост. В.В. Куликов. – Тула: Издательский дом «Пересвет», 2007. – 640 с.
12. Красная книга: Особо охраняемые природные территории Тульской области. – Тула: Гриф и К, 2007. – 316 с.
13. Перечень населенных пунктов, относящихся к территориям радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС. – М.: ИзАТ, 1993. – 112 с.
14. 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).
15. Радиационные аспекты Чернобыльской аварии / Под ред. Ю.А. Израэля. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. – 237 с.
16. Рябинина Н.П., Романов Г.Н. Основы радиационной безопасности: учебное пособие для студентов педагогических вузов. – Миасс: Геотур, 1995. – 107 с.
17. Сафронов А.С. Качество окружающей среды и природные ресурсы Тульской области на рубеже столетий / Тульский экологический бюллетень-2001. Выпуск 1. – Тула, 2001. – С. 17 – 19.
18. Сергеев Д.Ю., Котик Д.С. Радиационная обстановка в Тульской области: 15 лет после Чернобыля. Тульский экологический бюллетень-2001. – Тула, 2001. – С. 47 – 52.
19. Сергеев Д.Ю., Филатов В.П. О деятельности комитета Тульской области по природным ресурсам и экологии в 2006 году. / Тульский экологический бюллетень-2006. Выпуск 2. – Тула, 2006. – С. 33 – 35.
20. Состояние почвенно-земельных ресурсов в зонах влияния промышленных предприятий Тульской области. / Под общей ред. акад. РАН Г.В. Добровольского, чл.-корр., РАН С.А. Шобы. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – С. 32–37.
21. Справочник по населенным пунктам Тульской области, подвергшимся радиоактивному загрязнению вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС / Сост. А.В. Шилкин. – Тула, 1996. – 115 с.
22. Таранюк А.В. Экологическая обстановка в Тульской области в 2011 году. / Тульский экологический бюллетень-2012. Выпуск 2. – Тула: Гриф и К., 2012. – С. 22 – 24.
23. Тульская губерния – XXI век: Историко-географическое и экономическое обозрение. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Тула, ИПО «Лев Толстой», 2010. – 144 с.
24. Хандогина Е.К., Бархударов Р.М., Мелихова Е.М., Иванов М.Ю. О радиации популярно. – М.: Изд-во «Комтех-принт», 2008. – 48 с.
25. Шиширина Н.Е., Ихер Т.П. Уроки Чернобыля для тульских школьников. / Тульский экологический бюллетень-2006. Выпуск 2. – Тула, 2006. – С. 125 – 139.
26. Шиширина Н.Е., Ихер Т.П., Корнейчук М.А., Фокина Д.Е. Участие молодежи в решении радиозоологических проблем Тульского региона. / Тульский экологический бюллетень-2012. Выпуск 2. – Тула: Гриф и К, 2012. – С. 190 – 202.
27. Яблоков А.В., Нестеренко В.Б., Нестеренко А.В. Чернобыль: последствия катастрофы для человека и природы. – СПб.: Наука, 2007. – 376 с.
28. Ядерная энциклопедия. / Под ред. А.А. Ярошинской. – М.: Благотворительный фонд Ярошинской, 1996. – 656 с.