

МИНИСТЕРСТВО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ПО ЗАЩИТЕ И МОНИТОРИНГУ ЛЕСА  
«БЕЛЛЕСОЗАЩИТА»

ПРОЕКТ «РАЗВИТИЕ ЛЕСНОГО СЕКТОРА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»  
ГЭФ/ВСЕМИРНЫЙ БАНК TF0A1173

Утверждаю  
Первый заместитель Министра  
лесного хозяйства  
\_\_\_\_\_ В.Г. Шатравко

**ОТЧЕТ**

по контракту № **BFDP/GEF/SSS/16/35-1/47/20** от 03.02.2020 г.

**Компонент 3: Укрепление потенциала для устойчивого ведения  
лесного хозяйства**

**Мероприятие 3.4.1: «Совершенствование получения информации о  
радиационной обстановке в лесах»**

Итоговый отчет, содержащий информацию о результатах внедрения информационного модуля «RadForInfo в трех лесхозах (ГСЛХУ «Ветковский спецлесхоз», Гомельский опытный лесхоз, ГЛХУ «Чериковский лесхоз»), о разработке и издании брошюры Руководство по пользованию информационного модуля «RadForInfo», проведении обучающих семинаров.

Исполнитель

Директор Учреждения  
«Беллесозащита»  
\_\_\_\_\_ З.И. Кривицкая

Минск-2020

*Настоящая публикация подготовлена в рамках реализации проекта «Развитие лесного сектора Республики Беларусь» при финансировании мероприятий из средств гранта Глобального экологического фонда (ГЭФ).*

*Содержащиеся в ней выводы, толкования и заключения могут не отражать мнения Всемирного Банка и Исполнительных Директоров Всемирного банка или правительств представляемых ими стран, а также мнения агентств ГЭФ и доноров. Национальные границы, цвета, обозначения и другая информация, указанная на картах, включенных в настоящее издание, не являются выражением мнения Всемирного Банка и ГЭФ, относительно правового статуса какой-либо территории либо поддержки или признания таких границ.*

## Содержание

Перечень рисунков .....	2
Перечень таблиц .....	4
Сокращения .....	4
Краткое содержание .....	5
1. Введение .....	6
2. Проведение опытно-производственной проверки информационного сервиса «RadForInfo» .....	7
2.1. Тестирование функций ГИС «RadForInfo» .....	7
2.2. Ветковский спецлесхоз, опытно-производственная проверка .....	20
2.3. Гомельский опытный лесхоз, опытно-производственная проверка .....	25
2.4. Чериковский лесхоз, опытно-производственная проверка .....	30
3. Разработать и издать брошюру Руководство по пользованию информационного модуля «RadForInfo» .....	36
3.1. Доработка «RadForInfo» по результатам тестирования и опытно-производственной проверки .....	36
3.2. Разработка руководства по пользованию «RadForInfo», обеспечение технической и методической поддержки .....	37
4. Провести обучающие семинары для специалистов, ответственных за осуществление контроля радиоактивного загрязнения, лесопользования Гомельского и Могилевского государственных производственных лесхозийских объединений .....	47
Выводы и предложения .....	51

## Перечень рисунков

Рисунок 1 – Обучение специалистов подразделений радиационного контроля лесхозов .....	19
Рисунок 2 – Распределение территории по зонам радиоактивного загрязнения. 2020 г. ....	20
Рисунок 3 – Изменение площади зон загрязнения с 2001 по 2020 г. ....	20
Рисунок 4 – Содержание $^{137}\text{Cs}$ в древесине (среднее) в зонах загрязнения. Ветковский спецлесхоз, 2015-2020 г. ....	21
Рисунок 5 – Превышение допустимого уровня содержания $^{137}\text{Cs}$ в древесине. Ветковский спецлесхоз, 2015-2020 г. ....	21
Рисунок 6 – Проверка "RadForInfo". Сведения о содержании $^{137}\text{Cs}$ в древесине (среднее) в лесных кварталах лесничеств. Ветковский спецлесхоз .....	22
Рисунок 7 – Проверка "RadForInfo". Сведения о содержании $^{137}\text{Cs}$ в древесине по породам (среднее) в таксационном выделе. Ветковский спецлесхоз .....	23
Рисунок 8 – Проверка "RadForInfo". Сведения о содержании $^{137}\text{Cs}$ в древесине (среднее) в лесном квартале в III зоне .....	23
Рисунок 9 – Проверка "RadForInfo". Фактические и прогнозные значения содержания $^{137}\text{Cs}$ в древесине по породам в таксационных выделах .....	24
Рисунок 10 – Проверка "RadForInfo". Отношение фактических значений содержания $^{137}\text{Cs}$ в древесине к прогнозным (порода в таксационном выделе) .....	25
Рисунок 11 – Изменение площади зон загрязнения с 2001 по 2020 г. Гомельский лесхоз .....	25
Рисунок 12 – Содержание $^{137}\text{Cs}$ в древесине (среднее) в зонах загрязнения. Гомельский лесхоз, 2015-2020 г. ....	26
Рисунок 13 – Превышение допустимого уровня содержания $^{137}\text{Cs}$ в древесине. Гомельский лесхоз, 2015-2020 г. ....	26
Рисунок 14 – Проверка "RadForInfo". Сведения о содержании $^{137}\text{Cs}$ в древесине в лесных кварталах. Добрушское лесничество, Гомельский лесхоз .....	28
Рисунок 15 – Проверка "RadForInfo". Сведения о содержании $^{137}\text{Cs}$ в древесных породах в таксационных выделах. Добрушское лесничество, Гомельский лесхоз .....	28

Рисунок 16 – Отличие прогнозных значений содержания $^{137}\text{Cs}$ в древесине в 2022 г. в таксационных выделах от среднего в лесном квартале. Добрушское лесничество .....	29
Рисунок 17 – Проверка "RadForInfo". Фактические и прогнозные значения содержания $^{137}\text{Cs}$ в древесине (породы в таксационных выделах). Добрушское лесничество.....	29
Рисунок 18 – Проверка "RadForInfo". Отличие фактических значений содержания $^{137}\text{Cs}$ в древесине от прогнозных (породы в таксационных выделах). Добрушское лесничество...	30
Рисунок 19 – Распределение территории по зонам радиоактивного загрязнения. Чериковский лесхоз, 2020 г. ....	31
Рисунок 20 – Изменение площади зон загрязнения с 2001 по 2020 г. Чериковский лесхоз	31
Рисунок 21 – Содержание $^{137}\text{Cs}$ в древесине (среднее) в зонах загрязнения. Чериковский лесхоз, 2015-2020 г. ....	32
Рисунок 22 – Превышение допустимого уровня содержания $^{137}\text{Cs}$ в древесине. Чериковский лесхоз, 2015-2020 г. ....	32
Рисунок 23 – Проверка "RadForInfo". Сведения о содержании $^{137}\text{Cs}$ в древесине в лесных кварталах. Вепринское, Чериковское лесничества .....	33
Рисунок 24 – Проверка "RadForInfo". Сведения о содержании $^{137}\text{Cs}$ в древесных породах в таксационных выделах. Вепринское, Чериковское лесничества.....	34
Рисунок 25 – Проверка "RadForInfo". Фактические и прогнозные значения содержания $^{137}\text{Cs}$ в древесине (породы в таксационных выделах) .....	34
Рисунок 26 – Проверка "RadForInfo". Отличие фактических значений содержания $^{137}\text{Cs}$ в древесине от прогнозных (породы в таксационных выделах).....	35
Рисунок 27 – Удельный вес фактических значений содержания $^{137}\text{Cs}$ в древесине с отклонением от прогнозных на 25%, 35% и 50% в 3-х лесхозах (148значений) .....	35
Рисунок 28 – Окно «Геоинформационный сервис «RadForInfo» .....	38
Рисунок 29 – Информационная часть окна «Геоинформационный сервис «RadForInfo» ...	38
Рисунок 30 – Автоматическое заполнение данными из базы полей «Пл. Кв., га» .....	39
Рисунок 31 – Автоматическое заполнение данными из базы полей формы «Радиационный фактор» .....	39
Рисунок 33 – Автоматическое заполнение данными из базы полей формы .....	40
Рисунок 34 – Автоматическое заполнение данными из базы полей формы .....	40
Рисунок 36 – Пользовательское диалоговое окно открытия файлов .....	42
Рисунок 37 – Представление данных в окне «Координаты места отбора проб почвы» .....	43
Рисунок 38 – Управляющий флажок нанесения тематической раскраски .....	43
Рисунок 39 – Легенда к карте с тематической раскраской.....	43
Рисунок 40 – Раскраска кварталов в соответствии со значениями плотности загрязнения почв $^{137}\text{Cs}$ .....	44
Рисунок 41 – Прогнозная карта с раскраской кварталов в соответствии со значениями плотности загрязнения почв $^{137}\text{Cs}$ .....	44
Рисунок 42 – Пример отчета «Прогнозируемое снижение плотности загрязнения $^{137}\text{Cs}$ » ..	45
Рисунок 43 – Управляющий флажок нанесения тематической раскраски .....	45
Рисунок 44 – Легенда к карте с тематической раскраской.....	45
Рисунок 45 – Раскраска кварталов в соответствии со значениями содержания $^{137}\text{Cs}$ в древесине.....	46
Рисунок 46 – Прогнозная карта с раскраской кварталов в соответствии со значениями содержания $^{137}\text{Cs}$ в древесине.....	46
Рисунок 47 – Пример отчета «Радиационный фактор» .....	47
Рисунок 48 – Участники обучающего семинара на лекции по применению функций ГИС "RadForInfo", 23.11.2020г.....	48
Рисунок 49 – Проведение индивидуальных занятий, 24-26.11.2020 г. ....	48
Рисунок 50 – Примеры листовок – руководство для визуализации последовательных действий.....	49
Рисунок 51 – Набор вспомогательных материалов, завершение обучения, 27.11.2020г. ....	50

## Перечень таблиц

Таблица 1 – Результаты тестирования Геоинформационного сервиса «RadForInfo» .....	9
Таблица 2 – Коэффициенты перехода $^{137}\text{Cs}$ в древесину. Ветковский спецлесхоз .....	22
Таблица 3 – Коэффициенты перехода $^{137}\text{Cs}$ в древесину. Гомельский лесхоз.....	27
Таблица 4 – Плотность загрязнения на лесосеках.....	29
Таблица 5 – Коэффициенты перехода $^{137}\text{Cs}$ в древесину. Чериковский лесхоз.....	32

## Сокращения

Минлесхоз	Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь
$^{137}\text{Cs}$	Радионуклид цезий-137 (период полураспада 30 лет)
МД	Мощность дозы гамма-излучения (мкЗв/час)
I зона	Зона радиоактивного загрязнения с плотностью загрязнения почв цезием-137 от 37 до 185 кБк/м <sup>2</sup> (1-5 Ки/км <sup>2</sup> )
II зона	Зона радиоактивного загрязнения с плотностью загрязнения почв цезием-137 от 185 до 555 кБк/м <sup>2</sup> (5-15 Ки/км <sup>2</sup> )
III зона	Зона радиоактивного загрязнения с плотностью загрязнения почв цезием-137 от 555 до 1480 кБк/м <sup>2</sup> (15-40 Ки/км <sup>2</sup> )
РДУ/ЛХ-2001	Гигиенические нормативы ГН 2.6.1.10-1-01-2001 «Республиканские допустимые уровни содержания цезия – 137 в древесине, продукции из древесины и древесных материалов и прочей пищевой продукции лесного хозяйства»
ИС «RadFor»	Информационная система «Радиоактивное загрязнение лесов. RadFor»
ИС «RadForView»	Информационная система «Радиоактивное загрязнение лесов. RadForView» (периферийная версия в лесхозах)
ГИС –	Геоинформационная система
ТЛУ	Тип лесорастительных условий
КП	Коэффициент перехода
ПРК	Подразделение радиационного контроля
Лесхоз	Государственное лесохозяйственное учреждение
Спецлесхоз	Государственное специализированное лесохозяйственное учреждение
ГПЛХО	Государственное производственное лесохозяйственное объединение
РУП «ГИС»	Научно-инженерное республиканское унитарное предприятие «Геоинформационные системы» Национальной академии наук Беларуси
НПА	Нормативный правовой акт
ТНПА	Технический нормативный правовой акт
ТКП	Технический кодекс установившейся практики
ПК	Персональный компьютер

## Краткое содержание

1. Объектом исследования являются территории лесного фонда, подвергшиеся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, информационная система поддержки принятия решений о лесопользовании при условии соблюдения норм радиационной безопасности. На 01.10.2020 года площадь лесного фонда Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь (далее – Минлесхоз) в зонах радиоактивного загрязнения составляет 1274,5 тыс. га или 15,09% от общей.
2. Целью работ является внедрение в практику работы лесхозов с территориями лесного в зонах радиоактивного загрязнения геоинформационного сервиса «RadForInfo», разработанного для обеспечения удобства и оперативности принятия решений о лесопользовании (проведение рубок леса) в зонах радиоактивного загрязнения, в первую очередь, с высокой плотностью загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  (далее – плотность загрязнения) от 15 до 40 Ки/км<sup>2</sup> (III зона).
3. Возможности геоинформационного сервиса «RadForInfo» непосредственно связаны с объемом показателей о радиационной обстановке в лесах, которые содержится в базах данных информационной системы «RadFor». В ИС «RadFor» в меню «База» открывается окно «Геоинформационный сервис «RadForInfo» при выборе пункта «ГИС «RadForInfo» и имеет две функциональные части. (1) Информационная - отображающая данные из базы данных «Радиационная обстановка», базы данных «Лесная продукция» и расчетных значений. (2) Картографическая - позволяющая управлять отображением, корректировать слои карты, а также графически отображать текущую и прогнозную информацию о плотности загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  лесных кварталов заданного лесничества и информацию о содержании в древесине  $^{137}\text{Cs}$  для лесных кварталов заданного лесничества.
4. Проведено тестирование функций геоинформационного сервиса «RadForInfo» специалистами учреждения «Беллесозащита» в тесном контакте с разработчиками, оперативно внесены необходимые исправления и корректировки. Для проведения опытно-производственной проверки «RadForInfo» подготовлены установочные диски с новым картографическим сервисом, программой MapX и пояснениями по их установке в подразделениях радиационного контроля лесхозов.
5. Проведена опытно-производственная проверка в октябре 2020 г. в трех организациях: Ветковский спецлесхоз, Гомельский опытный лесхоз, Чериковский лесхоз. Установлен геоинформационный сервис «RadForInfo», проведено обучение сотрудников подразделений радиационного контроля (далее – ПРК), совместно проверено выполнение функций, доведено задание самостоятельной проверки функций нового сервиса.
6. Опытно-производственная проверка ГИС "RadForInfo" в целом и его компонентов в отдельности показала положительные результаты, подтвердила соответствие разработанных функций требованиям, сформированным в техническом задании. Рассмотрены возможные варианты интерпретации прогнозных значений, определены факторы, влияющие на результаты расчетов, определяющим из которых является точность и актуальность данных о результатах контроля радиоактивного загрязнения. Специалистами ПРК обсуждены вопросы практического применения веб-сервиса, отмечены наглядность и комплексность представления информации, что позволяет оперативно оценить возможность и необходимость проведения работ по уточнению радиационной обстановки, радиационному обследованию и отводу лесосек.
7. Разработана и изготовлена брошюра Руководство по пользованию геоинформационным сервисом «RadForInfo», подготовлены вспомогательные наглядные материалы для удобства и простоты использования функций в практической работе специалистами лесхозов.

8. Проведены обучающие семинары для специалистов, ответственных за осуществление контроля радиоактивного загрязнения, лесопользования в Гомельском и Могилевском ГПЛХО. В семинарах приняли участие инженеры-радиологи и техники-радиологи из 18 «загрязненных» лесхозов, в том числе с территории в III зоне загрязнения. Подготовлены установочные диски с загруженными картами и картографическим сервисом «RadForInfo» каждого лесхоза, разработаны и предоставлены в лесхозы презентационные и наглядные обучающие материалы. Сопровождение информационного модуля «RadForInfo» будет осуществляться специалистами учреждения «Беллесозащита» и РУП «ГИС» в течение 2-х лет после установки во всех лесхозах отрасли с территориями радиоактивного загрязнения лесного фонда.

9. Информация об основных этапах работ по созданию геоинформационного сервиса «RadForInfo» – проведении опытно- производственной проверки в лесхозах, обучении специалистов подразделений радиационного контроля применению новых функций, регулярно размещалась на сайте Учреждения «Беллесозащита», на страницах Белорусской лесной газеты (статьи в номерах от 28 августа, 5 ноября, 9 декабря 2020 г.). О разработке и возможностях ГИС «RadForInfo» представлен доклад на научно-практическом семинаре «Лес и радиоактивность – 30 лет создания службы радиационного контроля в лесном хозяйстве», проведенном 15-16 октября в городе Новозыбков Брянской области ФБУ «Рослесозащита».

## 1. Введение

1. При ведении лесного хозяйства на территориях радиоактивного загрязнения используют информацию о радиационной обстановке, которая в системном виде хранится в базах данных информационной системы «Радиоактивное загрязнение лесов. RadFor». Функции ИС «RadFor» позволяют получать документы с результатами радиационного контроля в виде актов, ведомостей, а также карт лесничеств. На картах визуализирован один радиационный показатель – отнесение лесного квартала к зоне радиоактивного загрязнения.

2. За период исследований накоплен значительный объем данных о содержании  $^{137}\text{Cs}$  в древесине, разработаны алгоритмы расчета прогнозных уровней, в которых использованы закономерности радиоактивного распада – период полураспада  $^{137}\text{Cs}$  30 лет, а также статистически достоверные данные об интенсивности перехода  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в древесину основных лесобразующих пород в различных лесорастительных условиях.

3. По мере радиоактивного распада  $^{137}\text{Cs}$  уменьшается плотность загрязнения и площади лесов в зонах загрязнения, в том числе в III зоне (15-40 Ки/км<sup>2</sup>), где в течение 20 лет после чернобыльской аварии было значительно ограничено лесопользование – не проводились рубки леса, не осуществлялись лесохозяйственные мероприятия.

4. К 2020 году площадь лесов в III зоне составляет 101, 2 тыс. га, из них со спелыми древостоями 10,12 тыс. га с запасом древесины в объеме 2 793,4тыс. куб. м. По предварительной оценке, до 60% спелой древесины будет соответствовать требованиям гигиенических нормативов (РДУ/ЛХ-2001) – содержание  $^{137}\text{Cs}$  не превысит допустимый уровень (нормативно «чистая» древесина).

5. Для оперативного принятия решения о лесопользовании на территориях с высокой плотностью загрязнения (III зона), проведении рубок спелых древостоев с нормативно «чистой» древесиной, необходимо использовать в комплексе все радиационные и лесоводственные показатели с возможностью их отражения на картах для сравнительного анализа между лесными кварталами, таксационными выделами и подбора лесосек.

6. Следовательно, проблема получения оперативной информации о безопасном лесопользовании на «загрязненных» территориях, в том числе о возможности проведения рубок в спелых древостоях и получения нормативно «чистой» древесины в лесных кварталах в III зоне, является актуальной в настоящее время.

7. Проблема расширения лесопользования на территориях с плотностью загрязнения 15-40 Ки/км<sup>2</sup>, постепенного возврата к традиционным методам ведения лесного хозяйства, является значимой для лесной отрасли Беларуси в плане реабилитации и восстановления лесной инфраструктуры, санитарного состояния лесов и в целом улучшении экологической обстановки.

8. Для обеспечения доступности и удобства получения информации при принятии решений о проведении лесохозяйственных работ, лесопользовании в зонах радиоактивного загрязнения, а также их планирования на долгосрочную перспективу предложено расширить функции ИС «RadFor», разработать геоинформационный сервис «RadForInfo». Возможности сервиса «RadForInfo» непосредственно связаны с объемом показателей о радиационной обстановке в лесах, которые содержится в базах данных ИС «RadFor». Применение «RadForInfo» позволит располагать одновременно всеми радиационными показателями для лесного квартала, как на текущий период, так и в будущем (на заданную дату), и получать эту информацию оперативно с использованием карт лесхозов.

9. Реализация мероприятий предложенного проекта отвечает основной цели и приоритетам устойчивого ведения лесного хозяйства, направлен на рациональное использование лесов на территориях радиоактивного загрязнения.

## **2. Проведение опытно-производственной проверки информационного сервиса «RadForInfo»**

10. Первый этап работ включал непосредственно разработку геоинформационного сервиса «RadForInfo». Создана объединенная интерактивная карта каждого лесхоза с привязкой к лесным кварталам и таксационным выделам, разработаны функции «RadForInfo» для получения информации о показателях радиационной обстановки в настоящее время и в прогнозе на заданную дату на базе интерактивной карты, цифровых карт лесничеств с окраской лесных кварталов по плотности загрязнения почв <sup>137</sup>Cs, уровню содержания <sup>137</sup>Cs в древесине. На втором этапе проведены тестирование разработанного сервиса «RadForInfo», опытно-производственная проверка в трех лесхозах.

### **2.1. Тестирование функций ГИС «RadForInfo»**

11. Тестирование геоинформационного сервиса «RadForInfo» проводилось специалистами учреждения «Беллесозащита» в тесном контакте с разработчиками РУП «ГИС». В процессе тестирования внесен ряд предложений по улучшению работы ГИС «RadForInfo» и система была дополнена новыми функциями, командными кнопками панели управления, алгоритмами для получения расчетных значений.

12. Последовательно по мере появления новых функций ГИС «RadForInfo» проводилась работа по их тестированию (испытание функций на примере лесничеств лесхозов). Поскольку карта является основой для визуализации представляемой информации – особое внимание было уделено функциям загрузки и настройки слоев цифровых карт на топографическую основу (топооснова).

13. Тестирование ГИС «RadForInfo» осуществлялось по 4 направлениям:

– Работа функций панели инструментов и командных кнопок (таблица 1 часть I – «Командные кнопки и инструменты»);


– Настройка слоев карт, формирование тематических интерактивных карт лесхозов на текущий момент и в прогнозе на заданный год (таблица 1 часть II - «Интерактивная карта»).

- Информационный обмен и формирование системного каталога «Maps» для обеспечения использования веб-картографического сервиса в ИС «RadForView». Функция экспорта данных (таблица 1 часть III – «Информационный обмен»).
  - Проверка работы алгоритмов расчетов в окне «Радиационный фактор»
14. Тестирование всех функций проводилось при каждом обновлении исполняемых (exe) файлов программ RadFor и RadForView, которые обеспечивают работу Геоинформационного сервиса «RadForInfo» и информационной системы в целом. Поэтому помимо всех функций «RadForInfo» проверялись функции информационного обмена между периферийными версиями ИС и главным компьютером.
15. В ходе тестирования было установлено стабильное функционирование взаимосвязи всех баз данных ИС «RadFor» и карт, инструментов просмотра карты, интерфейсного окна с информацией о показателях радиационной обстановки в каждом лесном квартале, включая прогнозные показатели. Реализована функция визуализации на карте изменяющихся со временем уровней радиоактивного загрязнения (фактические результаты радиационного обследования и ожидаемые, прогнозные значения).
16. Геоинформационный сервис «RadForInfo» включает две основные части – объединенная интерактивная карта и интерфейсный модуль «Радиационный фактор», каждая из которых выполняет определенные функции и в целом обеспечивают предоставление необходимой информации по запросу пользователя. В таблице представлены содержание и основные функции «RadForInfo», результаты тестирования, проверки соответствия между реальным поведением сервиса и задачами, сформированным при разработке проекта.



Таблица 1 – Результаты тестирования Геоинформационного сервиса «RadForInfo»

Функция	Тестируемые компоненты сервиса	Результаты тестирования
I часть – «Командные кнопки и инструменты». Формирование панели инструментов и командных кнопок и их функции		
<p>Формирование панели набора инструментов (работа со слоями карты, увеличение и уменьшение масштаба, передвижение карты по окну, получение информации об объектах, фиксирование положения и масштаба карты, создание файлов формата BMP и MapInfo, нанесение и удаление условных знаков точек отбора проб, визуализация и скрытие точек отбора проб почвы)</p>	<p>Панель управления, которая находится в верхней части окна карты состоит из панели инструментов и командных кнопок.</p> <p>Панель инструментов, состоящая из кнопок с помощью, которых осуществляется управление экранной части интерактивной карты и слоями карты.</p> <p>Командные кнопки, управляющие формированием тематики карт, включающие алгоритмы расчетов прогнозных значений при представлении карт в прогнозе на заданную дату.</p> <p>Подписи кнопок управления картами и отчетами, а также соответствие наименований кнопок панели инструментов и командных кнопок выполняемым функциям. Были учтены особенности работы с картографическим сервисом и наличие достаточного опыта пользователя.</p>	<p>Выявлено: несоответствие и отсутствие подписей некоторых кнопок в подстрочнике для левой и правой клавиш; не соответствие наименования некоторых кнопок их функции; сложное для восприятия название, которое следует упростить.</p> <p>Исправлены названия: «Слой карты» на «Слой карты/layers control»; «Координаты мест отбора проб почвы/редактировать координаты мест отбора проб почвы» на «Внести координаты мест отбора проб почвы/удалить, редактировать координаты»; «Нанести места отбора проб почвы/очистить» на «Показать места отбора проб почвы/скрыть значки»; «Раскрасить слой/кварталы для уточнения РО» на «Раскрасить карту/Выделить кварталы для уточнения РО»; «Очистить слой» на «Очистить тематику карты»</p>
<p>Внесение, редактирование и удаление координат точек отбора проб почвы в лесных кварталах при радиационном обследовании.</p> <p>Визуализация на карте мест отбора проб с помощью</p>	<p>Кнопка панели инструментов «Внесение координат мест отбора проб почвы» правой либо левой клавишей мыши.</p> <p>Окно «Координаты места отбора проб почвы» в которое вносятся значения широты и долготы. Сохранение значений в БД «Радиационная обстановка. Редактирование в «RadForInfo» при</p>	<p>После внесения значений широты и долготы в окне «Координаты места отбора проб почвы» появляются сохраненные данные для просмотра. При редактировании в поле зрения представлены новые и предыдущие значения координат, которые можно заменить через функцию «Сохранить».</p>

Функция	Тестируемые компоненты сервиса	Результаты тестирования
специальных значков	<p>необходимости</p> <p>Инструмент для нанесения специальных «значков» –  мест отбора проб почвы в лесном квартале на карту лесхоза (лесничества).</p> <p>Кнопка панели инструментов для визуализации мест отбора проб, включается левой клавишей мыши и выключается – правой.</p>	<p>Была проведена настройка внесения и отображения «значков» в квартале – по одному значку.</p> <p>Специальный «значок», обозначающий место отбора в квартале, появляется на карте по требованию пользователя</p>
<p>Управление сменой тематики карты, формирование карты по выбранной тематике.</p> <p>Управление алгоритмом расчета прогноза для формирования карт лесхозов</p>	<p>Командные кнопки смены тематики и создания тематической карты.</p> <p>Внесение даты прогноза в окно панели управления картами с последующим формированием тематической карты в прогнозе на заданную дату</p>	<p>В окно смены тематики карты галочка устанавливается, карта формируется в соответствии с выбранной тематикой. Дата, внесенная в окно панели управления, запускает алгоритм расчета прогноза. Карта формируется в прогнозе на заданную дату</p>
<p>Применение настроек Zoom: для изменения масштаба карты лесхоза при просмотре в окне «RadForInfo»;</p> <p>для настроек отображения слоев карт формата MapX в зависимости от масштаба при просмотре карт лесхозов</p>	<p>Окно регулировки Zoom, расположенное на нижней панели «RadForInfo».</p> <p>Взаимосвязь окон изменения масштаба карты и окна числового отображение Zoom.</p> <p>Кнопка панели инструментов «Слои карты» для настройки отображения слоев карты</p> <p>Окно настройки минимального и максимального значения величины Zoom для каждого слоя (по мере приближения (увеличения) карты появятся более мелкие объекты для просмотра, а по мере уменьшения они исчезнут, чтобы не перегружать карту мелкими деталями)</p>	<p>При уменьшении и увеличении масштаба карты с помощью значков верхней панели (+ и -) величина Zoom изменяется.</p> <p>Масштаб карты лесхоза увеличивается и уменьшается при вводе величины Zoom вручную и может регулироваться по мере надобности.</p> <p>Установленная для каждого слоя минимальная и максимальная величина Zoom регулирует отображение объектов карты при её удалении и приближении при помощи скроллинга или кнопок панели инструментов. При уменьшении изображения мелкие детали скрываются в соответствии с заданными параметрами</p>

Функция	Тестируемые компоненты сервиса	Результаты тестирования
		Zoom и не мешают просмотру
II часть – «Интерактивная карта» с привязкой к лесным кварталам и таксационным выделам для представления информации о радиационной обстановке на территории лесного фонда лесхоза, лесничества в настоящее время и в прогнозе на заданную дату		
Загрузка (обновление) слоев цифровых карт на картооснову в соответствии с материалами нового базового лесоустройства	<p>Этапы загрузки карт в ГИС «RadForInfo»</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Работа с каталогами слоев цифровых карт в формате MapInfo – формирование системного каталога «Maps», который должен быть размещен на диске «D» (так прописан путь из «RadForInfo» к «Maps»);</li> <li>- Управление слоями карт через меню сервиса «Слой карты» (панель управления) и добавление необходимых или удаление лишних слоев.</li> </ul> <p>Поиск слоев с использованием кодов, которые обозначают принадлежность к лесхозам</p>	<p>Загрузка карт происходит через удаление и добавление слоев цифровых карт и проводится в соответствии с результатами нового базового лесоустройства.</p> <p>Посредством командных кнопок окна «Слой карты» осуществляется загрузка слоев цифровых карт из папки «Maps» в геоинформационный сервис в формате «TAB».</p> <p>Наличие в названии слоев кодов принадлежности к лесхозам упрощают подбор слоев карт. Управление слоями карт работает без сбоев.</p>
Настройка слоев цифровых карт лесхозов в окнах «Слой карты» и «layers control» (контроль слоев) для улучшения качества отображения векторных объектов в заданных параметрах	<p>Настройка слоев цифровых карт в окнах «Слой карты» и layers control (контроль слоев).</p> <p>Окно «layers control». Проведение проверки и установки порядка очередности слоев цифровых карт посредством перемещения вверх либо вниз для устранения перекрытия слоев при просмотре карты.</p> <p>Окно «Слой карты». Проверка настроек каждого отдельного слоя по доступным для него параметрам - тип слоя, цвет слоя, толщина линий. Установка параметров отображения,</p>	<p>Очередность слоев в окне «layers control» регулируется и сохраняется одновременным нажатием на меню «Слой карты» и клавиши «Ctrl» на клавиатуре</p> <p>Визуализация настроек слоев карт абсолютно совпадает. Объекты типа слоя «площадной объект» сохраняют и отображают настройки цвета. Объекты типа слоя «топооснова» сохраняют и отображают настройки цвета, толщину линий. Объекты типов слоев «кварталы» и «выдела» сохраняют и отображают настройки цвета,</p>

Функция	Тестируемые компоненты сервиса	Результаты тестирования
	<p>выделения и настройки слоя.</p> <p>Использование кодов при настройке слоев карт лесхозов (выбор соответствующего кода)</p>	<p>толщины линий, шрифты.</p>
<p>Изменение тематики карт по выбору – «Плотность загрязнения почв <sup>137</sup>Cs» и «Содержание <sup>137</sup>Cs в древесине»</p>	<p>Окно для выбора тематики карты - «Плотность загрязнения почв <sup>137</sup>Cs» или «Содержание <sup>137</sup>Cs в древесине».</p> <p>Тематическая карта, полученная с помощью инструмента «Раскрасить карту» - запуск обработки слоев.</p> <p>Скорость подготовки тематической карты при установке смены тематики, а также при создании карт в прогнозе на заданную дату.</p> <p>Применение проектов схем формирования карт и использования алгоритмов расчетов плотности загрязнения почв <sup>137</sup>Cs и содержания <sup>137</sup>Cs в древесине</p>	<p>Установкой галочки в верхней панели окна осуществляется выбор тематики карты.</p> <p>Осуществляется автоматическая загрузка и окраска слоев карт по заданной тематике</p> <p>При первой загрузке тематической карты время ее создания занимает до 45 секунд, при последующих сменах тематики, а также при создании карт в прогнозе на заданную дату, – до 15 секунд.</p> <p>БД ИС «RadFor», алгоритмы расчетов плотности загрязнения почв <sup>137</sup>Cs, содержания <sup>137</sup>Cs в древесине используются в соответствии с проектами</p>
<p>Представление лесных кварталов с окраской по зонам радиоактивного загрязнения в диапазонах плотности загрязнения в соответствии с легендой на текущий момент (результаты проведенного радиационного обследования)</p>	<p>Инструмент «Раскрасить карту» и окно для выбора тематики карты «Плотность загрязнения почв <sup>137</sup>Cs»</p> <p>Связь тематики карты с легендой и базой данных -запуск механизма выбора легенды и базы данных, которые лежат в основе формирования тематической карты.</p> <p>Соответствие окраски карты значениям плотности загрязнения почв <sup>137</sup>Cs в БД «Радиационная обстановка».</p>	<p>Механизм формирования карты удобен и прост в использовании.</p> <p>Карта формируется правильно в соответствии с диапазонами плотности загрязнения на текущий момент.</p> <p>Цвета окраски лесных кварталов соответствуют значениям в БД «Радиационная обстановка».</p>

Функция	Тестируемые компоненты сервиса	Результаты тестирования
<p>Представление лесных кварталов с окраской по зонам радиоактивного загрязнения (диапазоны плотности загрязнения в соответствии с легендой) на заданный год (прогноз изменения плотности загрязнения)</p>	<p>Инструменты и окна для выбора тематики карты «Плотность загрязнения почв <sup>137</sup>Cs» и ввода даты прогноза для запуска алгоритма расчета плотности загрязнения.</p> <p>Инструмент «Раскрасить карту» для запуска расчета прогнозных значений плотности загрязнения для каждого лесного квартала на заданный год.</p> <p>Соответствие цвета окраски лесных кварталов на карте, рассчитанным прогнозным значениям плотности загрязнения почв <sup>137</sup>Cs в БД «Радиационная обстановка».</p>	<p>Сформированная карта и легенда соответствует выбранной тематике - «Плотность загрязнения почв <sup>137</sup>Cs»</p> <p>Инструмент «Раскрасить карту» запускает алгоритм расчетов прогнозных значений и формирование карты в прогнозе на заданный год.</p> <p>Цвета окраски лесных кварталов соответствуют рассчитанным значениям в БД «Радиационная обстановка».</p> <p>Скорость обработки данных при формировании тематической карты достаточная.</p>
<p>Выделение группы лесных кварталов для радиационного обследования с целью уточнения радиационной обстановки (РО) (плотности загрязнения) и отнесения к зоне с меньшей плотностью</p>	<p>Карта лесхоза с окраской по зонам радиоактивного загрязнения в прогнозе на заданную дату (дата, год уточнения радиационной обстановки вводится пользователем).</p> <p>Инструмент «Раскрасить карту» (левая клавиша мыши). «Выделение кварталов для уточнения РО» (правая клавиша мыши). Выделяются кварталы, которые перейдут в зону с меньшей плотностью загрязнения в связи с радиоактивным распадом, и подлежат уточнению радиационной обстановки</p> <p>Изменение тематики карты на «Содержание <sup>137</sup>Cs в древесине» с сохранением выделения</p>	<p>Сформирована карта лесхоза с окраской по зонам радиоактивного загрязнения в прогнозе на дату уточнения радиационной обстановки.</p> <p>Кварталы для уточнения радиационной обстановки выделяются на карте штриховкой красного цвета.</p> <p>Обеспечено удобство просмотра плотности загрязнения в прилегающих лесных кварталах, анализа обстановки и принятия решения об уточнении РО.</p> <p>Сохранение выделения кварталов при смене тематики карты позволяет оценить уровни</p>

Функция	Тестируемые компоненты сервиса	Результаты тестирования
	кварталов, в которых намечено уточнение радиационной обстановки на указанную дату	содержания $^{137}\text{Cs}$ в древесине, соответствие для анализа РО
<p>Представление лесных кварталов с окраской по содержанию <math>^{137}\text{Cs}</math> в древесине (среднее для всех пород) с градацией по уровням (диапазоны удельной активности <math>^{137}\text{Cs}</math> в древесине в соответствии с легендой) в настоящее время (результаты проведенного радиационного обследования)</p>	<p>Окно тематической карты. Командная кнопка выбора тематики карты запускает механизм выбора легенды и базы данных, которые используются при формировании карты.</p> <p>Легенда для пользования картой.</p> <p>Карта с окраской лесных кварталов по содержанию <math>^{137}\text{Cs}</math> в древесине.</p> <p>БД «Лесная продукция» ИС «RadFor».</p> <p>Использование алгоритма получения среднего значения удельной активности <math>^{137}\text{Cs}</math> в древесине в лесном квартале для окраски карты.</p>	<p>Механизм формирования карты удобный и простой в использовании.</p> <p>БД «Лесная продукция» ИС «RadFor» и алгоритмы расчетов применяются верно</p> <p>Карта формируется правильно, на текущий момент и в соответствии с диапазонами удельной активности <math>^{137}\text{Cs}</math> в древесине.</p> <p>Цвета окраски лесных кварталов соответствуют легенде и рассчитанным значениям, полученным при проверке алгоритма в БД «Лесная продукция».</p> <p>Скорость обработки данных при формировании тематической карты достаточная</p>
<p>Представление лесных кварталов с окраской по содержанию <math>^{137}\text{Cs}</math> в древесине (среднее для всех пород) с градацией по уровням (диапазоны удельной активности <math>^{137}\text{Cs}</math> в древесине в соответствии с легендой) на заданный год (прогноз изменения удельной активности <math>^{137}\text{Cs}</math>)</p>	<p>Окно тематической карты. Командная кнопка выбора тематики карты и окно для ввода даты прогноза, которые запускают механизм выбора легенды и базы данных, которые используются при формировании карты.</p> <p>Инструмент «Раскрасить карту», которым запускается функция расчета прогнозных значений удельной активности <math>^{137}\text{Cs}</math> в древесине для каждого лесного квартала на заданный год.</p> <p>Легенда для пользования картой</p> <p>Прогнозная карта с окраской лесных кварталов</p>	<p>БД «Радиационная обстановка», «Лесная продукция» ИС «RadFor» и алгоритмы расчетов применяются верно.</p> <p>Цвета окраски лесных кварталов соответствуют легенде и рассчитанным значениям, полученным при проверке алгоритма в БД «Радиационная обстановка» и «Лесная продукция».</p> <p>Скорость обработки данных при формировании тематической карты</p>

Функция	Тестируемые компоненты сервиса	Результаты тестирования
	по содержанию $^{137}\text{Cs}$ в древесине.	хорошая.
Получение и распечатка отчета с перечнем лесных кварталов для радиационного обследования на год уточнения радиационной обстановки (отнесение к зоне с меньшей плотностью)	<p>Прогнозная карта по плотности загрязнения почв <math>^{137}\text{Cs}</math> с выделенными лесными кварталами для уточнения радиационной обстановки.</p> <p>Отчет с перечнем лесных кварталов для уточнения радиационной обстановки.</p>	<p>Генератор формирования отчета работает правильно. Данные поступают из базы данных и представляют актуальную и прогнозную информацию, необходимую для планирования работ по уточнению радиационной обстановки.</p> <p>Отчет выводится на выводится на экран, печатается на принтере (бумажный носитель).</p>
Распечатка изображения тематических карт лесничеств (лесхозов), фрагментов лесных кварталов с делением по выделам, сформированных с использованием функций ГИС «RadForInfo»	<p>Кнопка «Создать BMP» обеспечивает выгрузку окна карты и формирование файла с последующей распечаткой.</p> <p>Функция снимка с окна «Print Screen» также позволяет получить изображение и распечатать.</p> <p>Кнопка «Сохранить слои карты» запускает функцию формирования файла в формате MapInfo.</p>	<p>Сформированный файл в формате BMP отображает карту окна «RadForInfo» и дает удовлетворительное качество изображения.</p> <p>Файл, сформированный в формате MapInfo, открывает возможность более детально работать со слоями карты и получать изображения высокого качества</p>
<p>III часть – «Информационный обмен». Функции экспорта и импорта данных. Формирование системного каталога «Maps» для обеспечения использования веб-картографического сервиса в ИС «RadForView»</p>		
<p>Проведение информационного обмена между ИС «RadFor» и периферийными версиями ИС «RadForView».</p> <p>Проведение экспорта данных из ИС «RadFor» для</p>	<p>Новые версии исполняемых (exe) файлов для программ «RadFor» и «RadForView», которые обеспечивают работу информационной системы.</p> <p>Программы «RadFor» и «RadForView» с новыми (exe) файлами. Окно экспорта данных из ИС</p>	<p>ИС «RadFor» и «RadForView» запускаются с использованием новых (exe) файлов</p> <p>При проведении экспорта данных из ИС «RadFor» для выгрузки данных необходимо выбрать компонент «Лесная продукция».</p> <p>При этом в папке выгрузки «RADFOR»</p>

Функция	Тестируемые компоненты сервиса	Результаты тестирования
<p>получения папки «RADFOR».</p> <p>Проведение импорта данных папки «RADFOR» в ИС «RadForView»</p> <p>Создание каталога «Maps» посредством проведения последовательного экспорта данных из ИС RadFor и импорта данных папки «RADFOR» в ИС «RadForView»</p>	<p>«RadFor» и получение папки «RADFOR». Папка «RADFOR», для проведения импорта данных с новыми компонентами программы для обновления.</p> <p>Окно импорта данных для выбора нового компонента с цифровыми картами - «Данные RadForInfo»</p> <p>Системные каталоги ИС «RadFor» и «RadForView»</p> <p>Системная папка «Maps» с каталогами (картами и топоосновой)</p>	<p>успешно формируются новые каталоги с файлами для обновления данных.</p> <p>Функция импорта данных папки «RADFOR» в ИС «RadForView» проходит без ошибок.</p> <p>В каталог DBF добавляются новые файлы strucles, а в каталог User - CatalogList, mapslayers, MapsMetka</p> <p>В результате импорта на диске «D» образуется новая системная папка «Maps» с каталогами (картами и топоосновой).</p>
<p>Проведение экспорта данных из периферийной версии ИС «RadForView»</p> <p>Проведение импорта данных в ИС «RadFor», в том числе координат мест отбора проб почвы при проведении работ по уточнению радиационной обстановки на территории лесного фонда</p>	<p>Папка «View», созданная при экспорте данных, которая включает новые компоненты БД – каталог «User» с файлами, содержащими координаты мест отбора проб почвы при проведении уточнения радиационной обстановки на территории лесного фонда.</p> <p>Окно «Импорт данных в БД «Радиационная обстановка»» для выбора компонентов папки «View» при проведении импорта данных в ИС «RadFor» - установкой галочки на «Места отбора проб»</p> <p>Интерактивная карта лесхоза окне «RadForInfo». Командная кнопка панели инструментов - «Показать места отбора проб почвы» и «Координаты мест отбора проб почвы»</p>	<p>В результате экспорта данных из ИС «RadForView» формируется папка «View», в которой присутствует каталог «User» с вложенными файлами: mapsmetka.cdx; mapsmetka .dbf.</p> <p>В окне импорта данных появились 2 новых поля «Места отбора проб». После сохранения данных координаты мест отбора проб почвы появляются в БД ИС «RadFor».</p> <p>В окне «RadForInfo» по требованию на карте появляются значки и координаты мест отбора проб почвы, отмеченные при проведении работ по уточнению радиационной обстановки</p>
<p>Возможность использования веб-картографического</p>	<p>Кнопка функции «Сохранение слоев карты», которая находится в панели инструментов,</p>	<p>Карты в формате MapInfo могут быть использованы для загрузки тематического</p>



Функция	Тестируемые компоненты сервиса	Результаты тестирования
сервиса в Геопортале ЗИС (земельно-информационной системы)	обеспечивает выгрузку и сохранение слоев карты в формате MapInfo.	слоя в веб-картографический сервис в Геопортале ЗИС
<p>IV часть – интерфейсный модуль «Радиационный фактор» для представления детализированной информации о радиационной обстановке в лесном квартале, таксационном выделе в настоящее время и в прогнозе на заданную дату.</p> <p>Вводится наименование лесхоза, лесничества, лесного квартала пользователем вручную или выделением лесного квартала на интерактивной карте</p>		
1 раздел: Получение в автоматическом режиме информации о радиоактивном загрязнении территории лесного квартала	<p>Значение плотности загрязнения на дату радиационного обследования;</p> <p>Год, в котором лесной квартал перейдет в зону с меньшей плотностью загрязнения;</p> <p>Прогнозные значения плотности загрязнения на заданную дату (дата, год вводятся пользователем);</p> <p>Мощность дозы в микроЗивертах в час и среднегодовая доза облучения в миллиЗивертах в год на дату радиационного обследования</p>	<p>Значение плотности загрязнения, мощности дозы соответствуют БД «Радиационная обстановка»</p> <p>Расчетные значения прогноза плотности загрязнения, среднегодовой дозы облучения соответствуют заложенным в программу формулам расчета, доза внешнего облучения рассчитывается для 2000 рабочих часов в год (все рабочее время в течение года)</p>
2 раздел: Получение в автоматическом режиме информации о содержании $^{137}\text{Cs}$ в древесине в лесном квартале	<p>Значения удельной активности <math>^{137}\text{Cs}</math> в древесине по породам и категориям технической годности (деловая и дровяная) в таксационных выделах;</p> <p>Содержание <math>^{137}\text{Cs}</math> в древесине среднее для всех пород в лесном квартале в определенном периоде времени (от и до, дата, год вводятся пользователем);</p> <p>Содержание <math>^{137}\text{Cs}</math> в древесине среднее для всех пород в лесном квартале в прогнозе на заданную</p>	<p>Значения удельной активности <math>^{137}\text{Cs}</math> в древесине соответствуют БД «Лесная продукция», среднее значение для всех пород рассчитывается с учетом установленного периода времени.</p> <p>Прогнозное значение содержания <math>^{137}\text{Cs}</math> в древесине рассчитывается с учетом даты прогноза, соответствует заложенной в программу формуле расчета</p>

Функция	Тестируемые компоненты сервиса	Результаты тестирования
	дату (дата, год вводятся пользователем)	
<p>3 раздел:</p> <p>Получение в автоматическом режиме информации о содержании <math>^{137}\text{Cs}</math> в древесине в таксационном выделе</p>	<p>Таксационный выдел, древесная порода (справочник), диапазон ревизионного периода (от и до, дата, год) вводятся пользователем</p> <p>Содержание <math>^{137}\text{Cs}</math> в древесине</p> <p>Коэффициент перехода в древесину</p> <p>Содержание <math>^{137}\text{Cs}</math> в древесине выбранной породы в прогнозе на заданную дату (дата, год вводятся пользователем)</p>	<p>Содержание <math>^{137}\text{Cs}</math> и коэффициент перехода в древесину средние для выбранной породы рассчитываются с учетом количества значений в ревизионный период</p> <p>Прогнозное значение содержания <math>^{137}\text{Cs}</math> в древесинной породе рассчитывается с учетом даты прогноза, соответствует заложенной в программу формуле расчета</p>
Информация на бумажном носителе	Распечатка интерфейсного модуля «Радиационный фактор» с информацией о показателях радиационной обстановки	Вся информация модуля «Радиационный фактор» выводится на экран, печатается на принтере

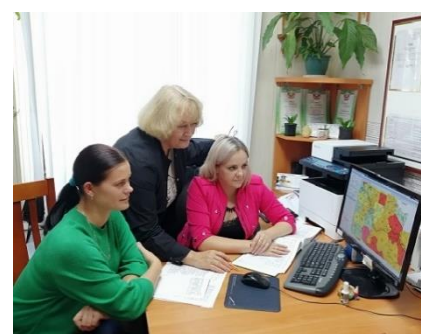
17. По результатам тестирования ГИС «RadForInfo» были оперативно внесены необходимые исправления и корректировки, как функционального (отражение номеров кварталов, выделение и сохранение штриховки выбранных кварталов при смене тематик, единство информации на экране и в распечатанной форме вывод на печать окна «Радиационный фактор»), так и редакционного характера (названия функциональных кнопок, единиц измерения).

18. Для настройки и успешного функционирования сервиса «RadForInfo» определены необходимые технические характеристики персональных компьютеров (ПК) и наличие офисных программ. Для просмотра карт на ПК должна быть установлена программа «МарХ», для ее установки на ПК лесхозов подготовлены загрузочные диски и описание (памятка) по установке «МарХ».

19. Для проведения опытно-производственной проверки «RadForInfo» в лесхозах подготовлены установочные диски с новым картографическим сервисом, программой МарХ и пояснениями по их установке на ПК в подразделениях радиационного контроля, вспомогательные таблицы для проверки функций.

20. С 6 по 8 октября 2020 г. специалистами отдела радиационного мониторинга леса учреждения «Беллесозащита» проведена опытно-производственная проверка геоинформационного сервиса «RadForInfo» в Гомельском опытном лесхозе и Ветковском спецлесхозе Гомельского ГПЛХО, 13-15 октября – в Чериковском лесхозе Могилевского ГПЛХО. В подразделениях радиационного контроля лесхозов был установлен ГИС «RadForInfo», проведено обучение сотрудников, проверено выполнение функций нового геоинформационного модуля непосредственно для лесничеств лесхозов.

Рисунок 1 – Обучение специалистов подразделений радиационного контроля лесхозов



21. Для проверки и сравнения показателей радиационной обстановки в окнах интерфейсного модуля «Радиационный фактор» и в базах данных ИС «RadForView» подготовлены вспомогательные таблицы для самостоятельной работы и приобретения навыков работы с ГИС «RadForInfo».

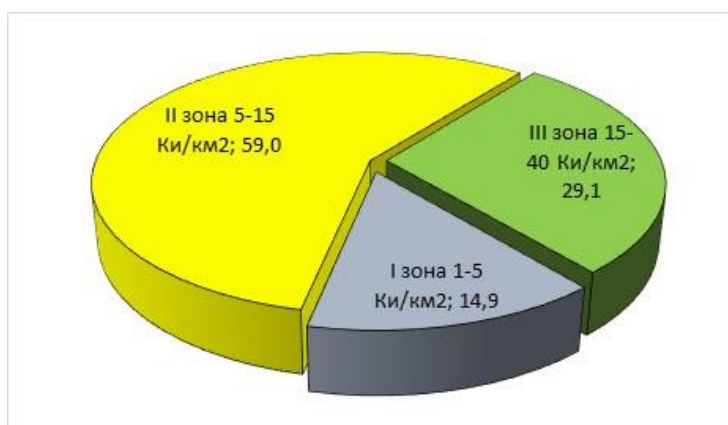
Вспомогательные таблицы включали три блока проверяемых параметров: плотность загрязнения в лесных кварталах в настоящее время и в прогнозе, год перехода в зону с меньшей плотностью загрязнения; среднее содержание  $^{137}\text{Cs}$  в древесине в лесном квартале в определенном периоде и прогноз на заданную дату; содержание  $^{137}\text{Cs}$  в

древесине выбранной породы на дату радиационного обследования (в пределах ревизионного периода) и коэффициент перехода, содержание  $^{137}\text{Cs}$  в древесине выбранной породы в прогнозе на заданную дату.

## 2.2. Ветковский спецлесхоз, опытно-производственная проверка

22. Государственное специализированное лесохозяйственное учреждение «Ветковский спецлесхоз» занимает первую позицию по тяжести радиоактивного загрязнения из 44 лесхозов Минлесхоза с территориями лесного фонда, отнесенными к зонам. Лесной фонд Ветковского спецлесхоза общей площадью 102,9 тыс. га отнесен к I зоне (от 1 до 5 Ки/км<sup>2</sup>) на площади 14,88 тыс. га или 14,5%, ко II (от 5 до 15 Ки/км<sup>2</sup>) – 58,95 тыс. га (57,2%), к III (от 15 до 40 Ки/км<sup>2</sup>) – 29,1 тыс. га (28,3%) (рис. 2).

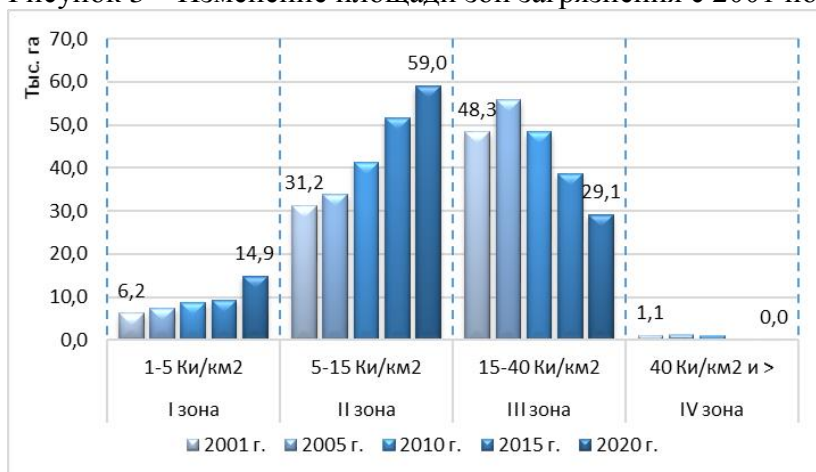
Рисунок 2 – Распределение территории по зонам радиоактивного загрязнения. 2020 г.



Источник: ИС "RadFor"

23. Распределение территорий лесного фонда по степени радиоактивного загрязнения изменяется со временем. За период с 2001 по 2020 г. увеличилась площадь I зоны в 2,4 раза и II – в 1,9 раза, уменьшилась на 40 % площадь в III зоне и отсутствует в IV (40 Ки/км<sup>2</sup> и >) (рис. 3). Отнесение территории к зонам радиоактивного загрязнения осуществляется на основании результатов радиационного обследования, радиометрических измерений и определения плотности загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  в лесном квартале – среднего значения, минимального и максимального.

Рисунок 3 – Изменение площади зон загрязнения с 2001 по 2020 г.

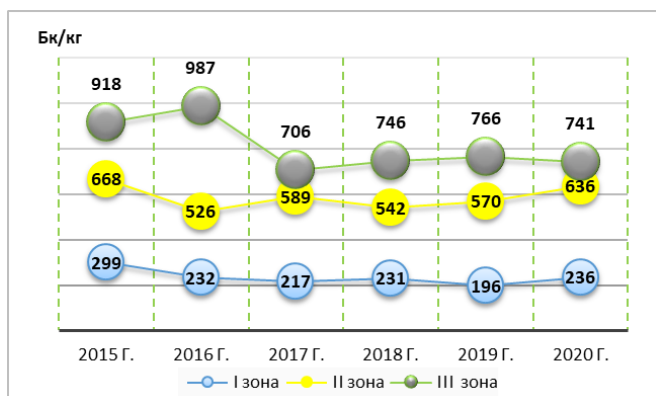


Источник: ИС "RadFor"

В ГИС "RadForInfo" при расчетах прогнозных уровней содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине используется среднее значение плотности загрязнения в лесном квартале.

24. В связи со значительной долей лесов во II и III зонах средние уровни содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине достаточно высокие – более 700 Бк/кг в III зоне и до 600 Бк/кг во II. При таком содержании  $^{137}\text{Cs}$  в древесине ограничено ее использование, например, для строительства стен жилых зданий или в качестве топлива (дрова, древесина для изготовления щепы, топливных гранул) с допустимым уровнем 740 Бк/кг. На рисунке 4 показаны средние уровни содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине, установленные при радиационном обследовании лесосек в 2015-2020 годах в различных зонах загрязнения.

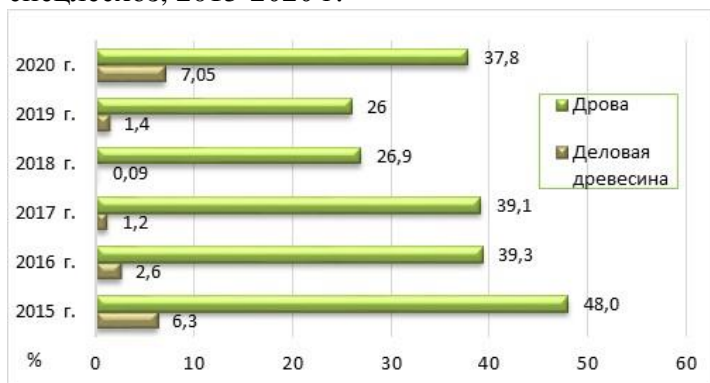
Рисунок 4 – Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в древесине (среднее) в зонах загрязнения. Ветковский спецлесхоз, 2015-2020 г.



Источник: ИС "RadFor"

Удельный вес контролируемых проб древесины с превышением допустимых уровней содержания  $^{137}\text{Cs}$ , учитывающих направление использования заготовленных лесоматериалов, для дров достигает 40%, деловой – до 7% (рис. 5).

Рисунок 5 – Превышение допустимого уровня содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине. Ветковский спецлесхоз, 2015-2020 г.



Источник: ИС "RadFor"

25. В среднем на территории лесного фонда спецлесхоза древесные породы можно расположить по мере увеличения накопления  $^{137}\text{Cs}$  в следующий ряд: береза → сосна → осина → дуб → ольха → ель. В то же время на территории каждого лесничества это распределение будет иметь свой вид, так как в этом случае учитываются особенности условий произрастания. Оценка степени загрязнения древесины различных пород  $^{137}\text{Cs}$  проводится по значению коэффициента перехода, рассчитанному как отношение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в древесине к поверхностной активности  $^{137}\text{Cs}$  в почве в месте ее обследования и отбора проб. В таблице 2 приводятся средние значения коэффициентов

перехода  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в древесину основных лесообразующих пород на территориях лесного фонда 4-х лесничеств Ветковского спецлесхоза.

Таблица 2 – Коэффициенты перехода  $^{137}\text{Cs}$  в древесину. Ветковский спецлесхоз

Наименование лесничества	Сосна	Береза	Ель	Осина	Ольха	Дуб	Все породы
Велико-Немковское	1,49	1,31	1,72	1,59	1,67	2,32	1,48
Ветковское	1,53	1,35	1,91	1,39	1,79	1,38	1,51
Светиловичское	1,33	1,08	1,49	1,23	1,34	1,34	1,26
Столбунское	1,53	1,08		2,02	1,54	1,25	1,53

Коэффициенты перехода используются для определения на предварительной стадии (до проведения радиационного обследования с целью отвода лесосек в рубку) возможности заготовки нормативно «чистой» древесины.

26. В спецлесхозе организован и действует пост радиационного контроля (ПРК), специалисты которого на протяжении последних 11 лет (с 2009 года) в своей работе применяют информационную систему «RadForView» (периферийная версия ИС «RadFor»). В ПРК был установлен геоинформационный сервис «RadForInfo», проведена производственная проверка функций сервиса, представления всех заложенных параметров как на карте, так в интерфейсном окне «Радиационный фактор». Проведена выборочная проверка достоверности показателей радиационной обстановки в лесном квартале, таксационном выделе. Всего в 4-х лесничествах проверено 26 лесных кварталов в диапазоне плотности загрязнения от 2,1 до 23,2 Ки/км<sup>2</sup>, 36 таксационных выделов.

27. При проведении проверки не установлено отклонений между показателями радиационной обстановки в интерфейсном окне «Радиационный фактор» и выборками из баз данных «Радиационная обстановка» и «Лесная продукция» для соответствующих лесных кварталов лесничеств. Сравнение фактических за определенный период времени и прогнозных уровней содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине показало стабильное уменьшение загрязнения древесины радионуклидом со временем (рис. б).

Рисунок б – Проверка "RadForInfo". Сведения о содержании  $^{137}\text{Cs}$  в древесине (среднее) в лесных кварталах лесничеств. Ветковский спецлесхоз

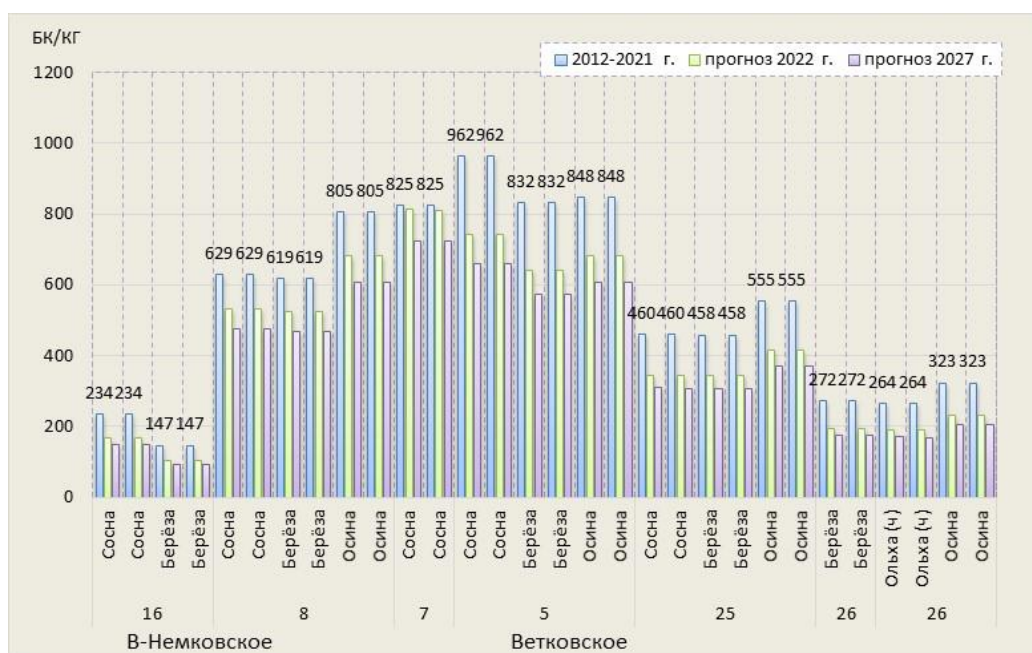


Источник: ИС "RadFor" и ГИС "RadForInfo"



Установлено совпадение значений содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине каждой породы в таксационных выделах, представленных в ГИС "RadForInfo" и выборках из баз данных "RadFor" (рисунок 7).

Рисунок 7 – Проверка "RadForInfo". Сведения о содержании  $^{137}\text{Cs}$  в древесине по породам (среднее) в таксационном выделе. Ветковский спецлесхоз



Источник: ИС "RadFor" и ГИС "RadForInfo"

28. В III зоне сравнение фактических (на дату обследования лесосек) и прогнозных значений содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине в лесных кварталах в лесничествах показало, что в некоторых случаях прогнозные значения больше, чем фактические на 5-38%.

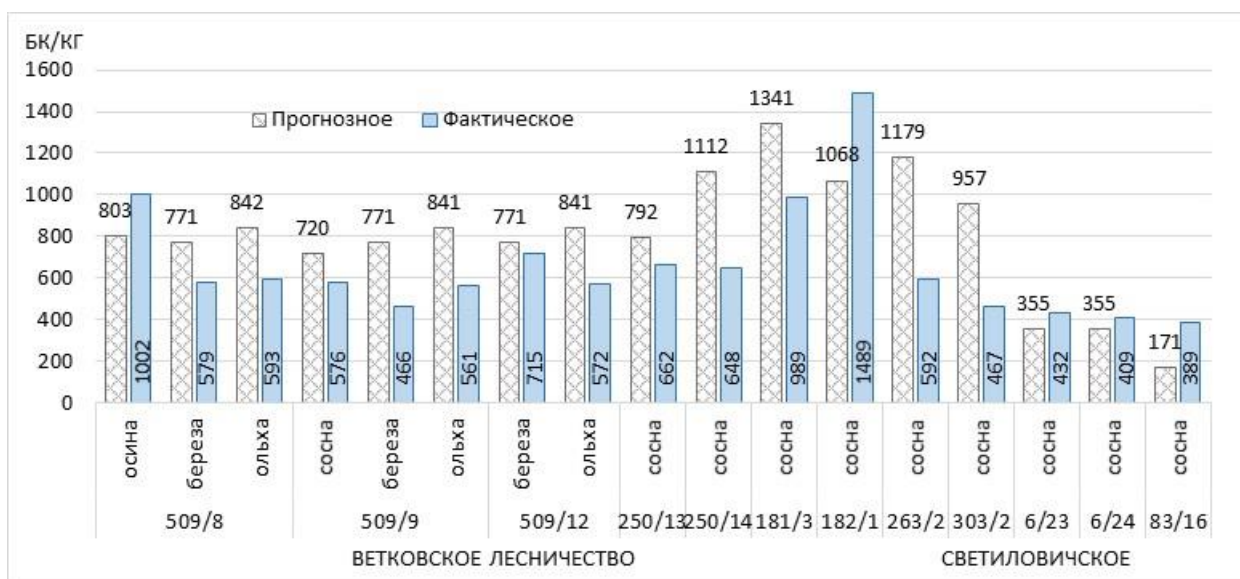
Рисунок 8 – Проверка "RadForInfo". Сведения о содержании  $^{137}\text{Cs}$  в древесине (среднее) в лесном квартале в III зоне



Источник: ИС "RadFor" и ГИС "RadForInfo"

29. Проведено сравнение результатов радиационного обследования 15 лесосек в 9 лесных кварталах трех лесничеств: Великонемковское, Ветковское, Светиловичское (октябрь 2020 г.) со значениями прогнозных уровней содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине, рассчитанными в ГИС «RadForInfo». При сравнении фактических и прогнозных значений удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в древесине различных пород в таксационных выделах, установлены отличия как в большую, так и меньшую сторону.

Рисунок 9 – Проверка "RadForInfo". Фактические и прогнозные значения содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине по породам в таксационных выделах

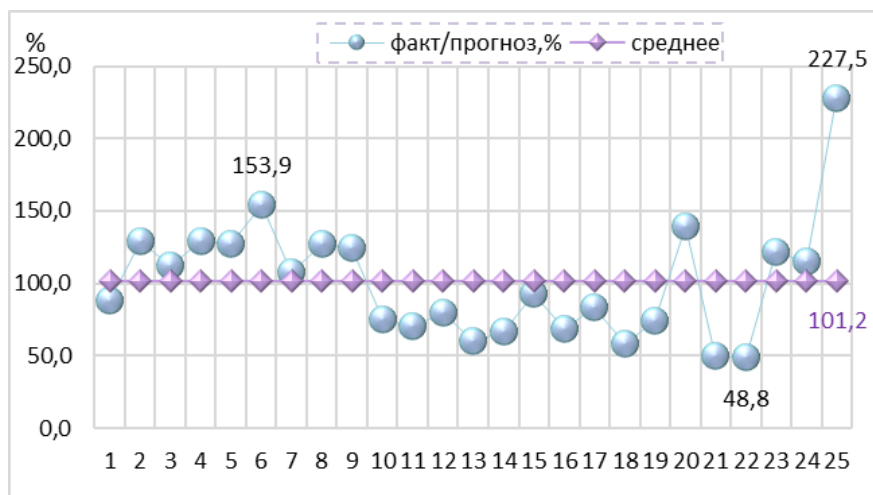


Источник: ИС "RadFor" и ГИС "RadForInfo"

Не было установлено значительных отличий фактических значений от прогнозных, рассчитанных на основании разной выборки данных: данные из таксационных выделов (2 случая), лесных кварталов (20), лесничеств (3). Стандартное отклонение фактических и прогнозных значений на примере сделанной выборки составило 40,2 % при среднем значении 101,2 %, большинство значений факт/прогноз (92,7%) близки к 1. На рисунке 10 показано, что фактические значения могут быть больше прогнозных в 1,5-2,3 раза, при этом в среднем отличие не превышает 8%, а разброс от среднего – 40%.



Рисунок 10 – Проверка "RadForInfo". Отношение фактических значений содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине к прогнозным (порода в таксационном выделе)



Источник: ИС "RadFor" и ГИС "RadForInfo"

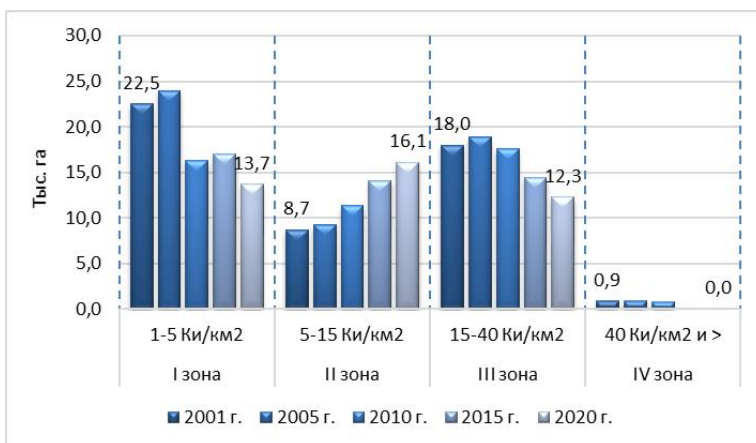
Анализ фактических и прогнозных значений удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в древесине средних для всех пород в лесном квартале показал меньшее отличие, чем в таксационных выделах (в 1,5-1,7 раза).

**1. Резюме.** Опытно-производственная проверка ГИС "RadForInfo" показала положительные результаты, была успешно освоена специалистами ПРК, на месте были рассмотрены вопросы практического применения. Показатели радиационной обстановки на карте и в окне «Радиационный фактор» ГИС "RadForInfo", прогнозные значения плотности загрязнения идентичны данным в базах и отчетах ИС "RadFor», расчеты средних, прогнозных уровней содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине, коэффициентов перехода соответствуют заложенным формулам. Сравнение фактических и прогнозных значений содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине показало их достаточную сходимость. Наглядность и комплексность представления информации позволяет оперативно оценить радиационные показатели, возможность и необходимость проведения работ по уточнению радиационной обстановки, радиационному обследованию и отводу лесосек.

### 2.3. Гомельский опытный лесхоз, опытнo-производственная проверка

31. Государственное опытное лесохозяйственное учреждение «Гомельский опытный лесхоз» занимает десятую позицию по тяжести радиоактивного загрязнения из 44 лесхозов Минлесхоза с территориями лесного фонда, отнесенными к зонам. При этом по площади лесного фонда в III зоне, составляющей 12,27 тыс. га, находится на третьем месте после Ветковского спецлесхоза и Краснопольского лесхоза. Площадь, отнесенная к зонам загрязнения, составляет 42,1 тыс. га или 36% от общей на 01.11.2020 г., ее изменение по зонам со временем представлено на рис. 11. За последние 10 лет уменьшилась площадь I зоны в 1,6 и III зоны в 1,47 раза, при этом увеличилась во II зоне в 1,9 раза за счет перехода части лесных кварталов из III зоны в связи с уменьшением плотности загрязнения до значений 14,94 Ки/км<sup>2</sup> и менее. Почти третья часть «загрязненных» лесов лесхоза (29,2%) относится к III зоне (в 2000 году – 35,9%).

Рисунок 11 – Изменение площади зон загрязнения с 2001 по 2020 г. Гомельский лесхоз



Источник: ИС "RadFor"

32. Средние уровни содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине в III зоне 600 Бк/кг, во II – 350 Бк/кг. Максимальное значение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в древесине деловой категории не превысило 2200 Бк/кг (2019-2020 г.). На рисунке 12 видно, что в последние 6 лет в I и II зонах загрязнения вся древесина соответствовала допустимым уровням, использовалась без ограничений по радиационному фактору.

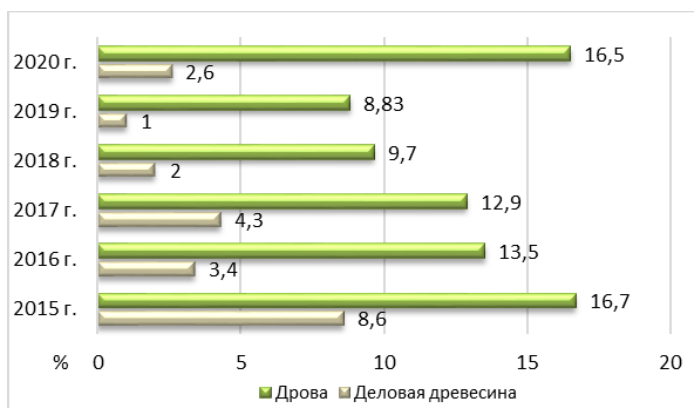
Рисунок 12 – Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в древесине (среднее) в зонах загрязнения. Гомельский лесхоз, 2015-2020 г.



Источник: ИС "RadFor"

Удельный вес контролируемых проб древесины с превышением допустимых уровней содержания  $^{137}\text{Cs}$  в течение 2019-2020 г. составляет для дров 8,8-16,5%, деловой – 1-2,6%.

Рисунок 13 – Превышение допустимого уровня содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине. Гомельский лесхоз, 2015-2020 г.



Источник: ИС "RadFor"

33. На территории лесного фонда лесхоза древесные породы можно расположить по мере увеличения накопления  $^{137}\text{Cs}$  в следующий ряд: береза→ сосна → ольха→ осина →дуб. В таблице 3 приводятся средние значения коэффициентов перехода  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в древесину основных лесобразующих пород на территориях лесного фонда 5-ти лесничеств Гомельского опытного лесхоза.

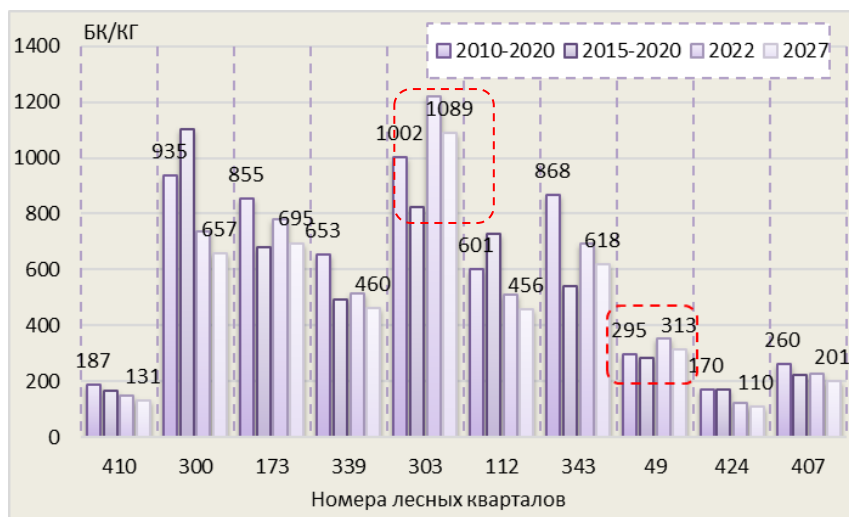
Таблица 3 – Коэффициенты перехода  $^{137}\text{Cs}$  в древесину. Гомельский лесхоз

Наименование лесничества	Сосна	Береза	Ель	Осина	Ольха	Дуб	Все породы
Добрушское	1,04	1,07	1,08	1,67	1,22	1,67	1,24
Приборское	1,23	1,00		0,92	0,89	1,34	1,07
Романовичское	0,95	1,06		1,3	1,33	1,15	1,07
Тереховское	1,09	1,01		1,21	1,35	1,32	1,08
Шабринское	0,49	0,51	0,35	0,67	0,55	0,61	0,54

34. В отделе радиационного контроля Гомельского опытного лесхоза установлен геоинформационный сервис «RadForInfo», проведена опытно-производственная проверка функций сервиса, представления всех заложенных параметров как на карте, так в интерфейсном окне «Радиационный фактор». Проведена выборочная проверка достоверности показателей радиационной обстановки в лесном квартале, таксационном выделе. Проверено 28 таксационных выделов в 29 лесных кварталах в диапазоне плотности загрязнения от 1,5 до 25,4 Ки/км<sup>2</sup> в 3-х лесничествах.

35. При проведении проверки ГИС также не установлено отклонений между показателями радиационной обстановки в интерфейсном окне «Радиационный фактор» и выборками из баз данных «Радиационная обстановка» и «Лесная продукция» для соответствующих лесных кварталов лесничеств. Сравнение фактических за определенный период времени и прогнозных уровней содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине показало логичное уменьшение загрязнения радионуклидом древесины со временем за исключением нескольких лесных кварталов, отнесенных к III зоне в Добрушском лесничестве – одном из трех проверенных лесничеств.

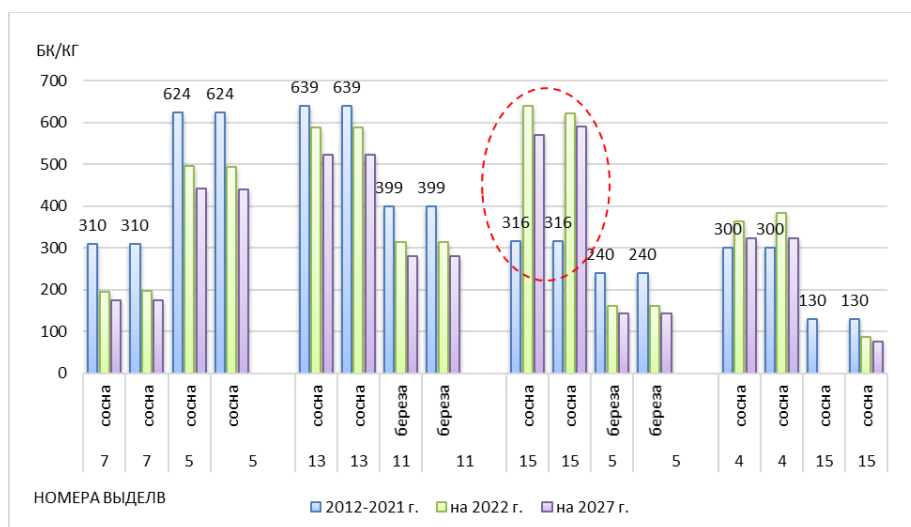
Рисунок 14 – Проверка "RadForInfo". Сведения о содержании  $^{137}\text{Cs}$  в древесине в лесных кварталах. Добрушское лесничество, Гомельский лесхоз



Источник: ИС "RadFor" и ГИС "RadForInfo"

Прогнозные значения содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине различных пород больше, чем фактические за предыдущие 10 лет, были установлены и в таксационных выделах в лесных кварталах III зоны в Добрушском лесничестве.

Рисунок 15 – Проверка "RadForInfo". Сведения о содержании  $^{137}\text{Cs}$  в древесных породах в таксационных выделах. Добрушское лесничество, Гомельский лесхоз



Источник: ИС "RadFor" и ГИС "RadForInfo"

36. Для объяснения прогнозных значений содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине, превышающих фактические, проведен анализ плотности загрязнения средней в лесном квартале и в таксационных выделах. В ревизионный период (для Гомельского лесхоза с 2012 по 2021 год) в 303 лесном квартале Добрушского лесничества обследовались 3 лесосеки в 2016 г. и 2 в 2019 г. Лесной квартал был обследован в 2009 г. Плотности загрязнения на лесосеках (таксационных выделах) были меньше на 15-55%, чем в лесном квартале. Содержание  $^{137}\text{Cs}$

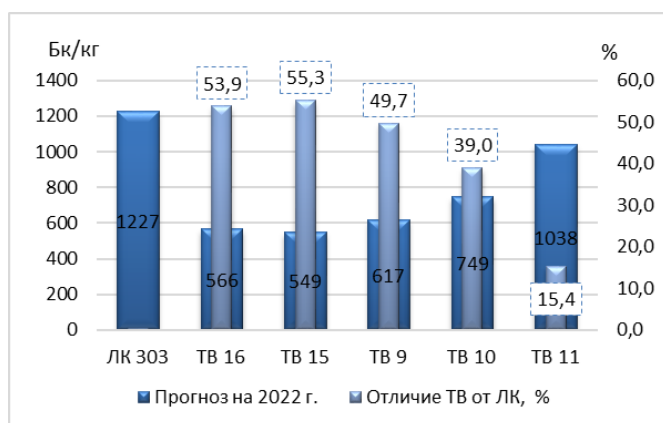
в древесине соответствовало этим значениям плотности и составило в среднем для сосны 316 Бк/кг, а для всех пород в 303 лесном квартале 825 Бк/кг. При расчете прогнозного уровня содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине используется прогноз плотности загрязнения в лесном квартале и в том случае, если плотность больше, чем на обследованных лесосеках,

получается значение удельной активности в будущем (на заданную дату) больше, чем в прошедший период. В среднем плотность загрязнения в выделах была меньше, в лесном квартале на 42,3%, в результате прогноз содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине был завышен.

Таблица 4 – Плотность загрязнения на лесосеках

Номер выдела	Год обследования	Плотность загрязнения, Ки/км <sup>2</sup>			Отличие от средней ПЗ в ЛК, %
		Факт	Прогноз на 2022 г.	Прогноз на 2027 г.	
303 ЛК	2009	36,5	27,4	24,5	0
ТВ 13	2010	36,5	27,4	24,5	0
ТВ 15	2010	36,5	27,4	24,5	0
ТВ 21	2010	36,5	27,4	24,5	0
ТВ 16	2016	14,0	12,6	11,3	53,9
ТВ 15	2016	13,6	12,3	11,0	55,2
ТВ 9	2016	15,2	13,8	12,3	49,7
ТВ 10	2019	17,4	16,7	15,1	39,0
ТВ 11	2019	24,1	23,2	20,9	15,4

Рисунок 16 – Отличие прогнозных значений содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине в 2022 г. в таксационных выделах от среднего в лесном квартале. Добрушское лесничество

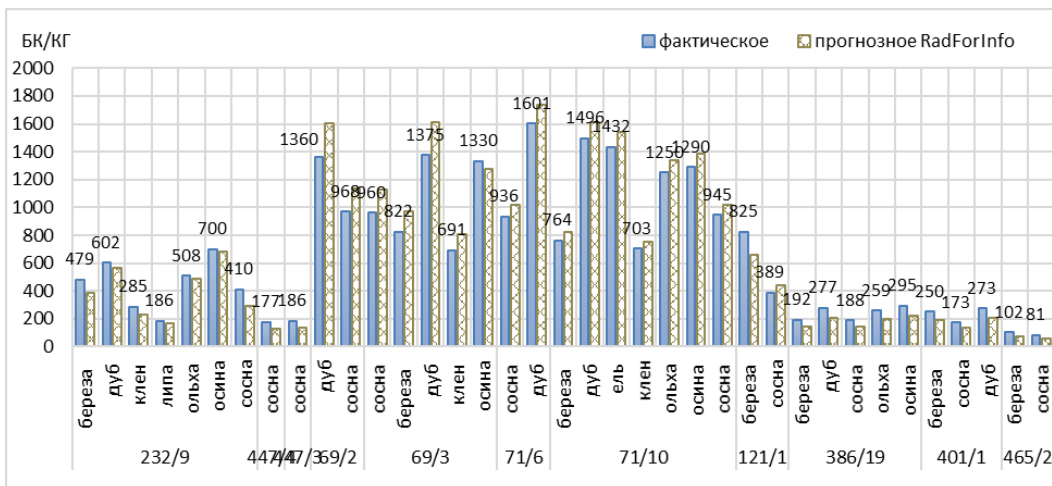


Источник: ИС "RadFor"

Таким образом, расчетное прогнозное значение может быть больше, если используемая при расчетах плотность загрязнения в лесном квартале больше, чем в таксационном выделе (на лесосеке). Максимальное совпадение будет в случае одних и тех показателей плотности загрязнения в лесном квартале и таксационном выделе. Уточнение радиационной обстановки в кварталах в III зоне, часть которых была обследована более 10 лет тому назад (2008-2009 годы), приведет к получению более достоверных результатов.

37. Проведено сравнение результатов радиационного обследования 13 лесосек в 10 лесных кварталах Добрушского и Шабринского лесничеств (июль-октябрь 2020 г.) со значениями прогнозных уровней содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине, рассчитанными в ГИС «RadForInfo». При сравнении фактических и прогнозных значений удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в древесине различных пород в таксационных выделах, установлены отличия как в большую, так и меньшую сторону. При этом, как правило, при больших значениях содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине (от 700 до 1600 Бк/кг) расчетные прогнозные значения больше фактических.

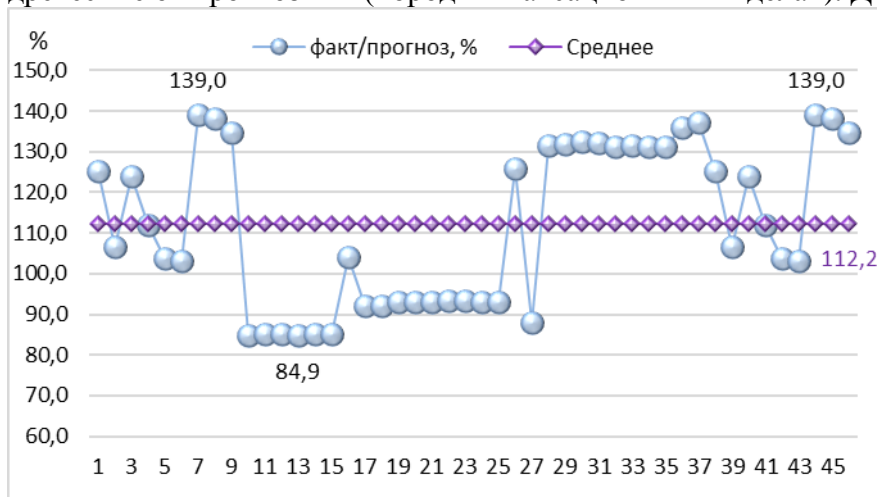
Рисунок 17 – Проверка "RadForInfo". Фактические и прогнозные значения содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине (породы в таксационных выделах). Добрушское лесничество



Источник: ИС "RadFor" и ГИС "RadForInfo"

Фактическое содержание  $^{137}\text{Cs}$  в древесине отличалось от прогнозного, рассчитанного на основании ранее полученных результатов обследования лесосек в лесных кварталах, в среднем на 12% (максимально на 39%), 33% фактических значений меньше прогнозных (15 из 46 значений). Стандартное отклонение фактических и прогнозных значений на примере сделанной выборки составило 19,8 %.

Рисунок 18 – Проверка "RadForInfo". Отличие фактических значений содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине от прогнозных (породы в таксационных выделах). Добрушское лесничество



Источник: ИС "RadFor" и ГИС "RadForInfo"

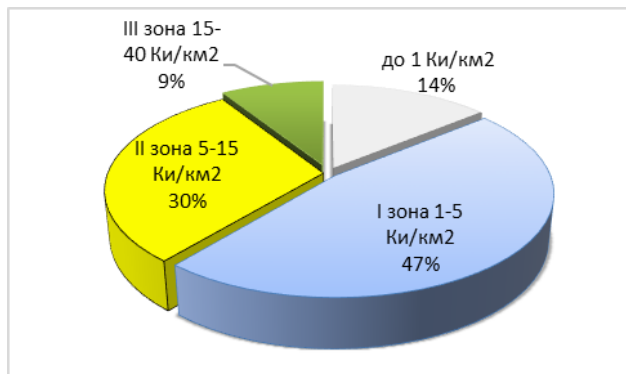
38. **Резюме.** Опытно-производственная проверка ГИС "RadForInfo" в целом и его компонентов в отдельности показала положительные результаты, подтвердила соответствие разработанных функций требованиям, сформированным в техническом задании. Рассмотрены возможные варианты интерпретации прогнозных значений, определены факторы, влияющие на результаты расчетов, определяющим из которых является точность и актуальность данных о результатах контроля радиоактивного загрязнения. Специалистами ПРК обсуждены вопросы практического применения веб-сервиса, отмечены наглядность и комплексность представления информации, что позволяет оперативно оценить возможность и необходимость проведения работ по уточнению радиационной обстановки, радиационному обследованию и отводу лесосек.

#### 2.4. Чериковский лесхоз, опытнo-производственная проверка

39. Государственное лесохозяйственное учреждение «Чериковский лесхоз» занимает пятую позицию по тяжести радиоактивного загрязнения из 44 лесхозов Минлесхоза с территориями лесного фонда, отнесенными к зонам. Лесной фонд Чериковского лесхоза

общей площадью 102,4 тыс. га отнесен к I зоне (от 1 до 5 Ки/км<sup>2</sup>) на площади 48,2 тыс. га или 47% от общей, ко II (от 5 до 15 Ки/км<sup>2</sup>) – 30,63 тыс. га (30%), к III (от 15 до 40 Ки/км<sup>2</sup>) – 9,24 тыс. га (9%). Площадь лесов, отнесенная к зонам загрязнения, составляет 88,0 тыс. га или 86% от общей, к III зоне относится 10% от всех «загрязненных» лесов лесхоза.

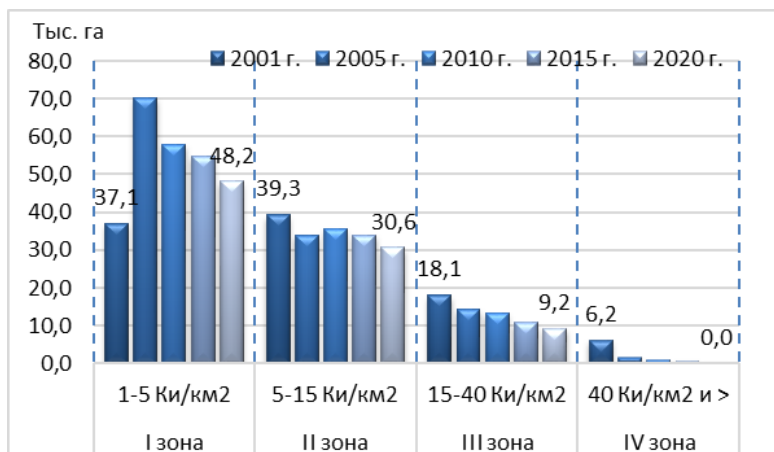
Рисунок 19 – Распределение территории по зонам радиоактивного загрязнения. Чериковский лесхоз, 2020 г.



Источник: ИС "RadFor"

40. За последние 10 лет уменьшилась площадь II зоны (на 22%) и III зоны почти в 2 раза, при этом увеличилась в I зоне (на 23%) за счет перехода части лесных кварталов из II зоны в связи с уменьшением плотности загрязнения до значений 4,94 Ки/км<sup>2</sup> и менее. С 2010 года наблюдается стабильное уменьшение площади в каждой зоне радиоактивного загрязнения в связи с балансом количества лесных кварталов «вышедших» из одной зоны и «перешедших» в другую, отсутствием значительных объемов приема-передачи земель.

Рисунок 20 – Изменение площади зон загрязнения с 2001 по 2020 г. Чериковский лесхоз

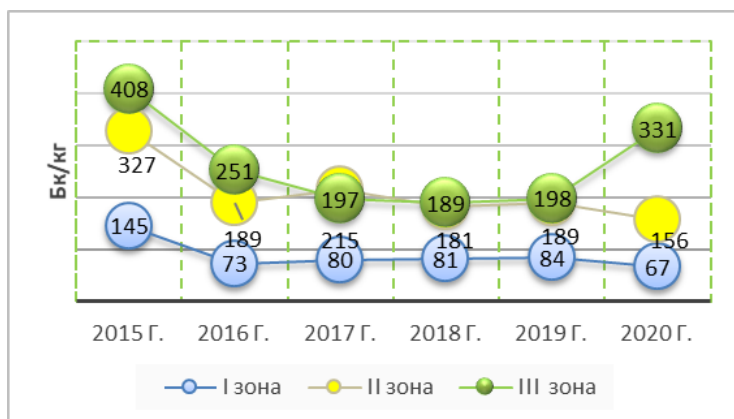


Источник: ИС "RadFor"

41. Средние уровни содержания <sup>137</sup>Cs в древесине в III зоне в течение последних 5 лет не более 410 Бк/кг при максимальном значении 5000 Бк/кг, во II – 350 Бк/кг. По сравнению с Ветковским и Гомельским лесхозами загрязнение древесины <sup>137</sup>Cs в лесах Чериковского лесхоза меньше как по абсолютным значениям, так и по удельному весу древесины, превышающей допустимые уровни, что связано с удаленностью от места аварии, почвенными характеристиками региона.



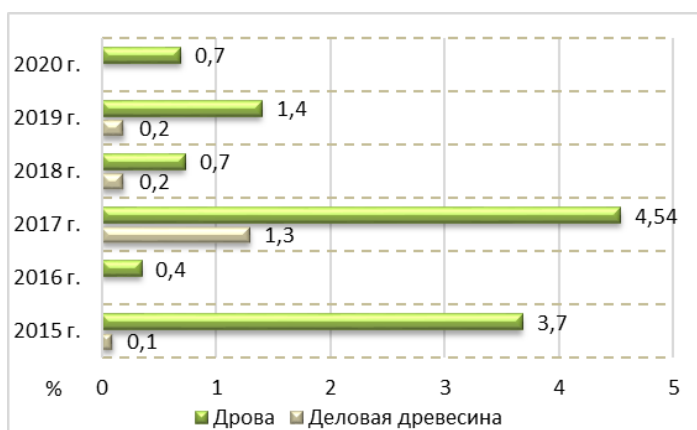
Рисунок 21 – Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в древесине (среднее) в зонах загрязнения. Чериковский лесхоз, 2015-2020 г.



Источник: ИС "RadFor"

Так, удельный вес контролируемых проб древесины с превышением допустимых уровней содержания  $^{137}\text{Cs}$  в течение 2019-2020 г. составляет для дров 1,4-0,7 %, деловой – 0,2%.

Рисунок 22 – Превышение допустимого уровня содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине. Чериковский лесхоз, 2015-2020 г.



Источник: ИС "RadFor"

42. На территории лесного фонда лесхоза древесные породы можно расположить по мере увеличения накопления  $^{137}\text{Cs}$  в следующий ряд: сосна → береза → ель → осина → ольха → дуб. В таблице 5 приводятся средние значения коэффициентов перехода  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в древесину основных лесобразующих пород на территориях лесного фонда 8-ми лесничеств Чериковского лесхоза.

Таблица 5 – Коэффициенты перехода  $^{137}\text{Cs}$  в древесину. Чериковский лесхоз

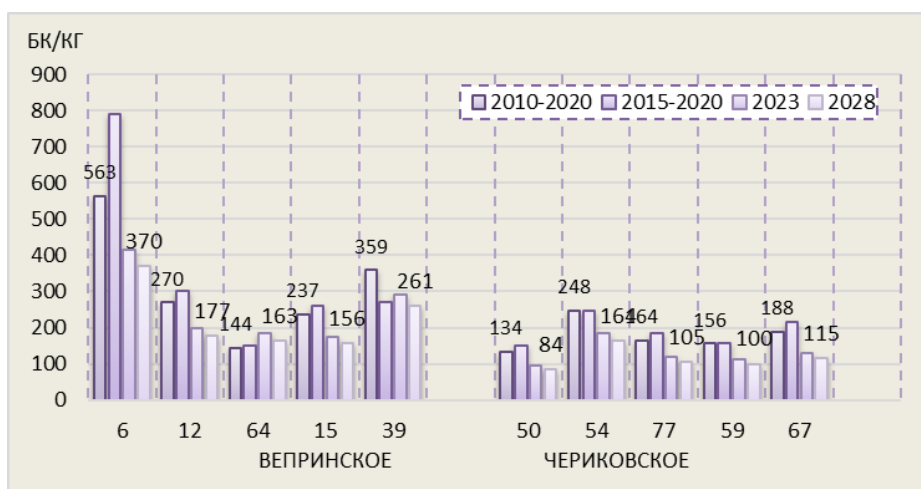
Наименование лесничества	СОСНА	БЕРЕЗА	ЕЛЬ	ОСИНА	ОЛЬХА	ДУБ	ВСЕ ПОРОДЫ
Вепринское	0,77	0,78	0,84	0,93	0,97	1,22	0,92
Веремейковское	1,29	1,30	1,51	1,66	1,40	1,81	1,50
Гиженское	0,77	0,81	0,93	0,91	1,09	0,99	0,92
Езерское	0,67	0,79	0,78	0,91	0,99	1,14	0,88
Леснянское	0,60	0,70	0,66	0,70	0,80	0,66	0,69
Лименское	0,89	1,04	1,18	1,12	1,27	1,48	1,16
Славгородское	0,65	0,78	0,71	0,81	0,82	0,81	0,76
Чериковское	0,64	0,78	0,81	0,76	1,31	0,88	0,86



43. В подразделении радиационного контроля лесхоза установлен геоинформационный сервис «RadForInfo», проведена опытно-производственная проверка функций сервиса, представления всех заложенных параметров как на карте, так в интерфейсном окне «Радиационный фактор». Проверена выборочно достоверность показателей радиационной обстановки в 7-ми лесничествах (35 таксационных выделов в 35 лесных кварталах в диапазоне плотности загрязнения от 1,7 до 14,5 Ки/км<sup>2</sup>).

44. При проведении проверки ГИС также не установлено отклонений между показателями радиационной обстановки в интерфейсном окне «Радиационный фактор» и выборками из баз данных «Радиационная обстановка» и «Лесная продукция» для соответствующих лесных кварталов лесничеств. Сравнение фактических за определенный период времени и прогнозных уровней содержания <sup>137</sup>Cs в древесине показало логичное уменьшение загрязнения радионуклидом древесины со временем.

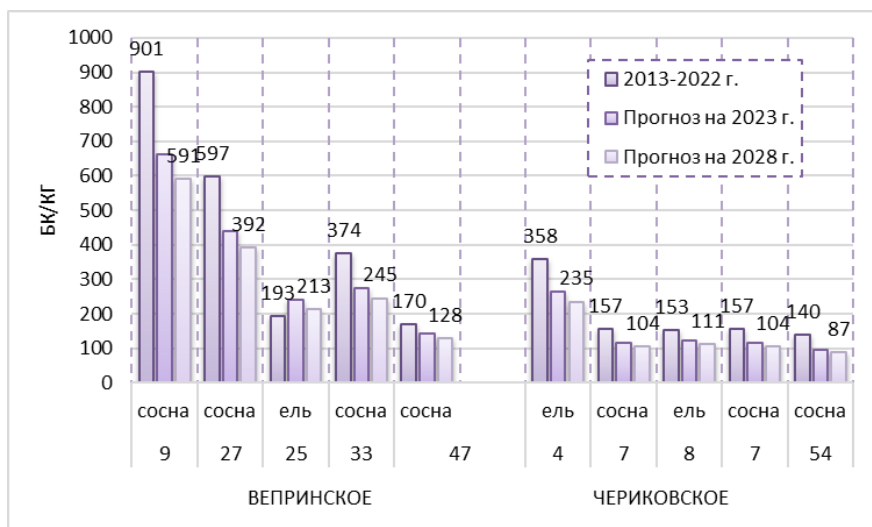
Рисунок 23 – Проверка "RadForInfo". Сведения о содержании <sup>137</sup>Cs в древесине в лесных кварталах. Вепринское, Чериковское лесничества



Источник: ИС "RadFor" и ГИС "RadForInfo"

Установлено совпадение значений содержания <sup>137</sup>Cs в древесине каждой породы в таксационных выделах, представленных в ГИС "RadForInfo" и выборках из баз данных ИС "RadFor".

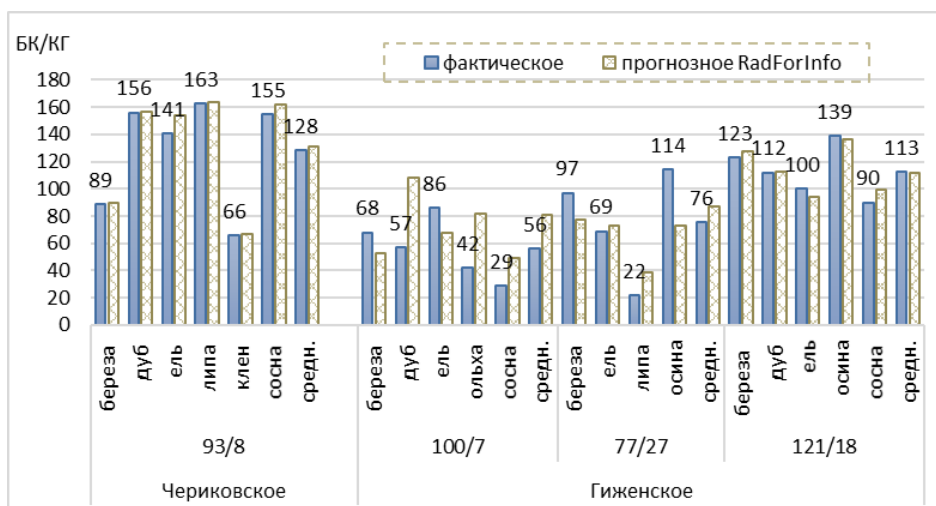
Рисунок 24 – Проверка "RadForInfo". Сведения о содержании  $^{137}\text{Cs}$  в древесных породах в таксационных выделах. Вепринское, Чериковское лесничества



Источник: ИС "RadFor" и ГИС "RadForInfo"

45. Проведено сравнение результатов радиационного обследования 16 лесосек в 15 лесных кварталах Гиженского, Леснянского, Славгородского и Чериковского лесничеств (октябрь 2020 г.) со значениями прогнозных уровней содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине, рассчитанными в ГИС «RadForInfo». При сравнении фактических и прогнозных значений удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в древесине различных пород в таксационных выделах, установлено, что большая часть (70%) прогнозных превышает фактические.

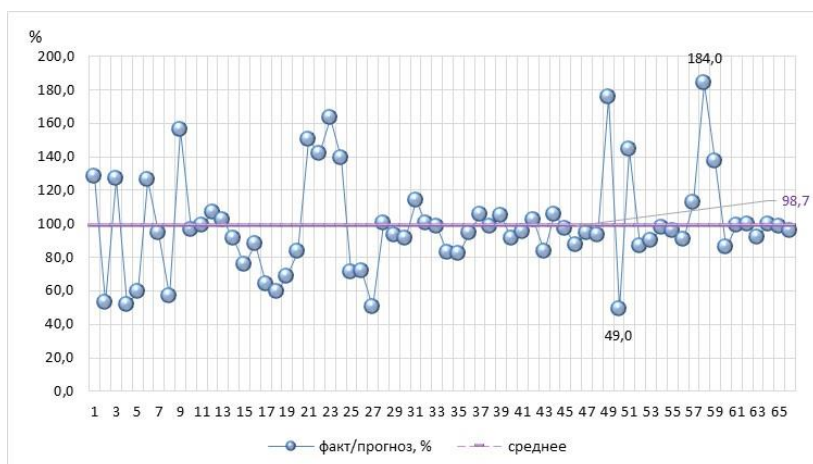
Рисунок 25 – Проверка "RadForInfo". Фактические и прогнозные значения содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине (породы в таксационных выделах)



Источник: ИС "RadFor" и ГИС "RadForInfo"

В среднем отличие между фактическими и прогнозными значениями удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в древесине различных пород в таксационных выделах не превышает 6%, при этом максимальное отличие для отдельной породы может быть значительным (84%). Среднее и медианное значения соотношения факт/прогноз для данной выборки (66) близки к единице, стандартное отклонение от среднего значения 28,7%, что подтверждает достаточную достоверность прогнозных значений, рассчитанных в ГИС "RadForInfo".

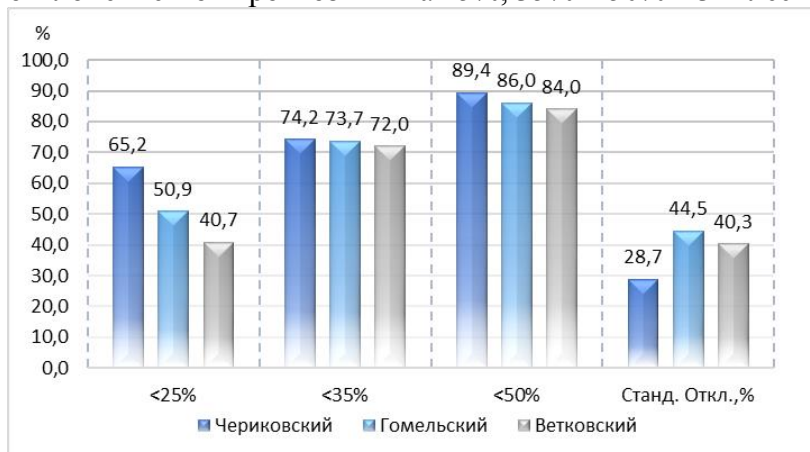
Рисунок 26 – Проверка "RadForInfo". Отличие фактических значений содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине от прогнозных (породы в таксационных выделах).



Источник: ИС "RadFor" и ГИС "RadForInfo"

46. Сравнение результатов опытно-производственной проверки в Чериковском лесхозе с остальными показывает наибольшую достоверность рассчитанных прогнозных значений, что объясняется представительностью данных в связи с меньшей площадью в III зоне, мозаичностью радиоактивного загрязнения, а также более низкими коэффициентами перехода. Так, в Чериковском лесхозе, основная часть прогнозных значений (74%) менее чем на 35% отличается от фактических, при этом разброс от среднего соотношения факт/прогноз составляет менее 30%.

Рисунок 27 – Удельный вес фактических значений содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине с отклонением от прогнозных на 25%, 35% и 50% в 3-х лесхозах (148 значений)



Источник: ИС "RadFor" и ГИС "RadForInfo"

47. **Резюме.** Опытнo-производственная проверка ГИС "RadForInfo" в целом и его компонентов в отдельности показала положительные результаты, подтвердила соответствие разработанных функций требованиям, сформированным в техническом задании. В Чериковском лесхозе в большинстве (> 80%) лесных кварталов имеются сведения о содержании  $^{137}\text{Cs}$  в древесине, что обеспечивает полноту картографии по этой тематике. Не столь значительные, по сравнению с территориями «ближней» зоны, градиенты плотности загрязнения в пределах лесного квартала позволяют более точно определить прогнозные уровни. Специалистами ПРК обсуждены вопросы практического применения веб-сервиса, отмечены наглядность и комплексность представления информации, что позволяет оперативно оценить возможность и необходимость

проведения работ по уточнению радиационной обстановки, радиационному обследованию и отводу лесосек.

### **3.Разработать и издать брошюру Руководство по пользованию информационного модуля «RadForInfo»**

#### **3.1 Доработка «RadForInfo» по результатам тестирования и опытно-производственной проверки**

48. В процессе доработки Геоинформационного сервиса «RadForInfo» были откорректированы некоторые функции, при использовании которых в процессе тестирования ИС «RadFor» были выявлены отдельные ошибки. Разработаны новые функции, позволяющие оперативно представлять информацию из БД «Лесная продукция» в виде рассчитанных значений удельной активности продукции (Бк/кг) и коэффициента перехода  $^{137}\text{Cs}$ , а также подготовлена новая форма отчета с выводом ее на печать.

49. В результате тестирования организации панели инструментов окна ГИС «RadForInfo» были сформулированы замечания по оформлению управляющих кнопок. В связи с несоответствием или отсутствием подсказок для некоторых кнопок в подстрочнике для левой и правой клавиш были исправлены названия в панели задач: «Слой карты» заменено на «Слой карты/Layers control»; «Координаты мест отбора проб почвы/редактировать координаты мест отбора проб почвы» - на «Внести координаты мест отбора проб почвы/удалить, редактировать координаты»; «Нанести места отбора проб почвы/очистить» - на «Показать места отбора проб почвы/скрыть значки»; «Раскрасить слой/кварталы для уточнения РО» - на «Раскрасить карту/Выделить кварталы для уточнения РО»; «Очистить слой» - на «Очистить тематику карты».

50. Проведена настройка функции внесения и отображения значков, обозначающих места отбора проб почвы в лесном квартале при проведении радиационного обследования. Для повышения удобства прочтения карты установлено ограничение по количеству знаков на квартал при внесении координат точек отбора проб почвы. Функция позволяет внести и сохранить только по одному значку на лесной квартал.

51. В процессе тестирования были выявлены проблемы в работе функций, обеспечивающих информационный обмен ИС «RadFor» с периферийными версиями ГИС «RadForView». В частности, при проведении импорта данных в ИС «RadForView» с использованием папки «RADFOR» появлялась ошибка загрузки данных и формирования карты в окне «Геоинформационный сервис RadForInfo». В процессе доработки функция экспорта данных обеспечила формирование каталогов папки «RADFOR» и обновление ИС «RadForView» при импорте. Папка «RADFOR» включает каталоги, позволяющие в автоматическом режиме наполнять системный каталог «Maps», который необходим для запуска программы RadForView и формировать интерактивные карты лесхозов в окне RadForInfo. Результаты повторного тестирования подтверждают, что при проведении экспорта данных из ИС «RadFor» формируется папка «RADFOR», в которой успешно создаются каталоги с файлами для обновления. Функция импорта данных папки «RADFOR» в ИС «RadForView» осуществляется с формированием каталога «Maps». В окне ГИС «RadForInfo» открывается соответствующая карта лесхоза.

52. Для удобства пользователя в окне БД «Лесная продукция» разработаны новые функции, позволяющие оперативно рассчитывать и представлять средние значения удельной активности (Бк/кг) и коэффициента перехода  $^{137}\text{Cs}$  для выбранного вида продукции. Функция срабатывает в автоматическом режиме при выполнении последовательных действий в окне «Поиск» – введение параметров поиска, выбор кнопки «Найти». В результате в строке заголовка окна БД «Лесная продукция» рядом с данными, показывающими количество выбранных записей (число строк выборки), появляются два

дополнительных значения – среднее значение удельной активности, которое рассчитывается по полю «Удельная активность, Бк/кг», и среднее значение коэффициента перехода, которое рассчитывается по полю «Коэффициент перехода».

53. Разработана новая форма отчета – «Коэффициенты перехода  $^{137}\text{Cs}$  в древесину в различных типах лесорастительных условий на территории лесного фонда лесничеств». Для этого в окно «Создание отчета» добавлена кнопка запуска генератора формирования этой формы отчета. Рассматриваемый отчет можно получить за установленный период. В окне «Создание отчета» добавлены поля для ручного задания периода формирования отчета. Для просмотра отчета используется кнопка «Коэффициенты перехода  $^{137}\text{Cs}$  в древесину в различных типах лесорастительных условий на территории лесного фонда лесничеств». Сформированный отчет можно просмотреть и отправить на печать в окне «Конструктор отчета».

### **3.2 Разработка руководства по пользованию «RadForInfo», обеспечение технической и методической поддержки**

54. Информационный модуль для получения данных о радиационной обстановке в лесах с использованием картографических материалов «RadForInfo» предназначен для осуществления информационной поддержки и повышения доступности и удобства получения информации при принятии решений о проведении лесохозяйственных работ, организации лесопользования в зонах радиоактивного загрязнения, а также его планирования на долгосрочную перспективу. Применение информационного модуля «RadForInfo» позволяет располагать одновременно всеми радиационными показателями для лесного квартала, как на текущий период, так и в будущем (на заданную дату), и получать эту информацию оперативно с использованием карт лесхозов.

55. Информационный модуль позволяет обеспечить взаимодействие с информационными системами лесхозов, формировать полную, достоверную и актуальную информацию о радиационной обстановке в лесах с использованием картографических материалов. Информационный модуль позволяет формировать объединенные интерактивные карта отдельных лесхозов с привязкой к лесным кварталам и таксационным выделам, а также получать информацию о показателях радиационной обстановки в настоящее время и в прогнозе на заданную дату с окраской лесных кварталов в соответствии с данными о плотности загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  и уровню содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине.

56. Информационный модуль для получения данных о радиационной обстановке в лесах с использованием картографических материалов» RadForInfo может эксплуатироваться и выполнять заданные функции при соблюдении требований, предъявляемых к техническому, системному и прикладному программному обеспечению.

57. Информационный модуль для получения данных о радиационной обстановке в лесах с использованием картографических материалов представляет собой синтез геоинформационной системы, системы управления базами данных и системы поддержки принятия решений.

58. Возможности модуля «RadForInfo» непосредственно связаны с объемом показателей о радиационной обстановке в лесах, которые содержится в базах данных информационной системы «RadFor».

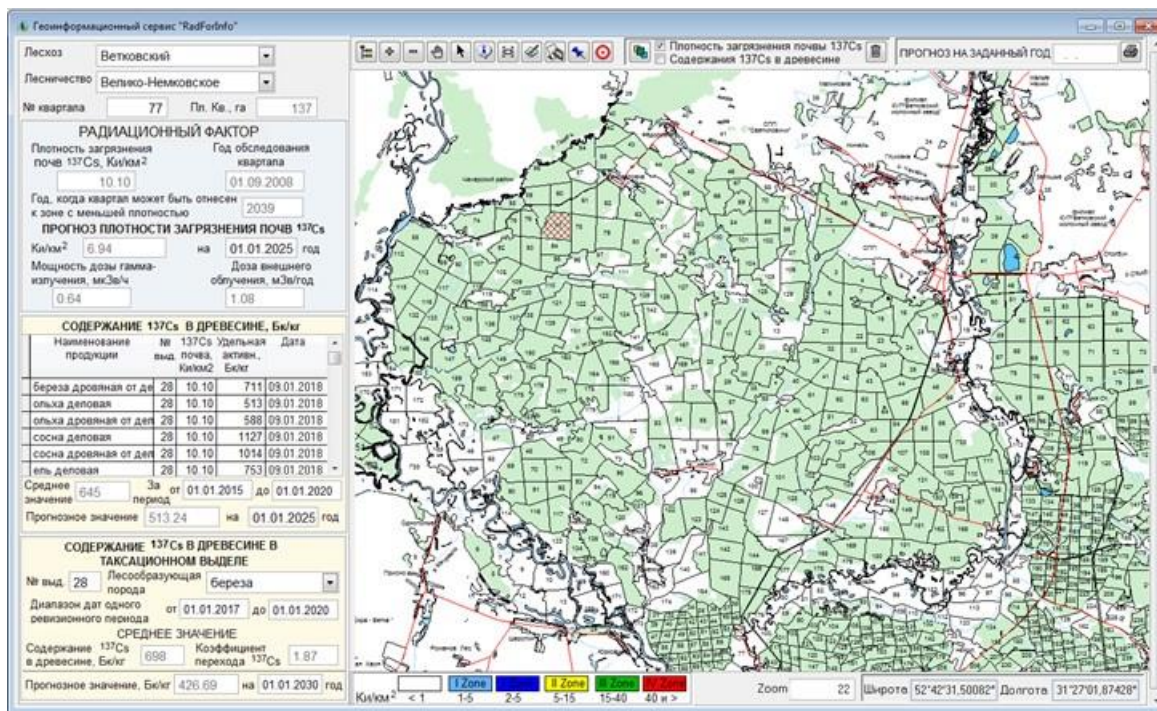
59. На рисунке 28 изображено окно «Геоинформационный сервис «RadForInfo». Окно открывается при выборе пункта «ГИС «RadForInfo» в меню «База». Окно имеет две функциональные части:

- Информационная - отображающая данные из базы данных «Радиационная обстановка», базы данных «Лесная продукция» и расчетных значений.
- Картографическая - позволяющая управлять отображением, корректировать слои карты, а также графически отображать текущую и прогнозную информацию о плотности



загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  лесных кварталов заданного лесничества и информацию о содержании в древесине  $^{137}\text{Cs}$  для лесных кварталов заданного лесничества.

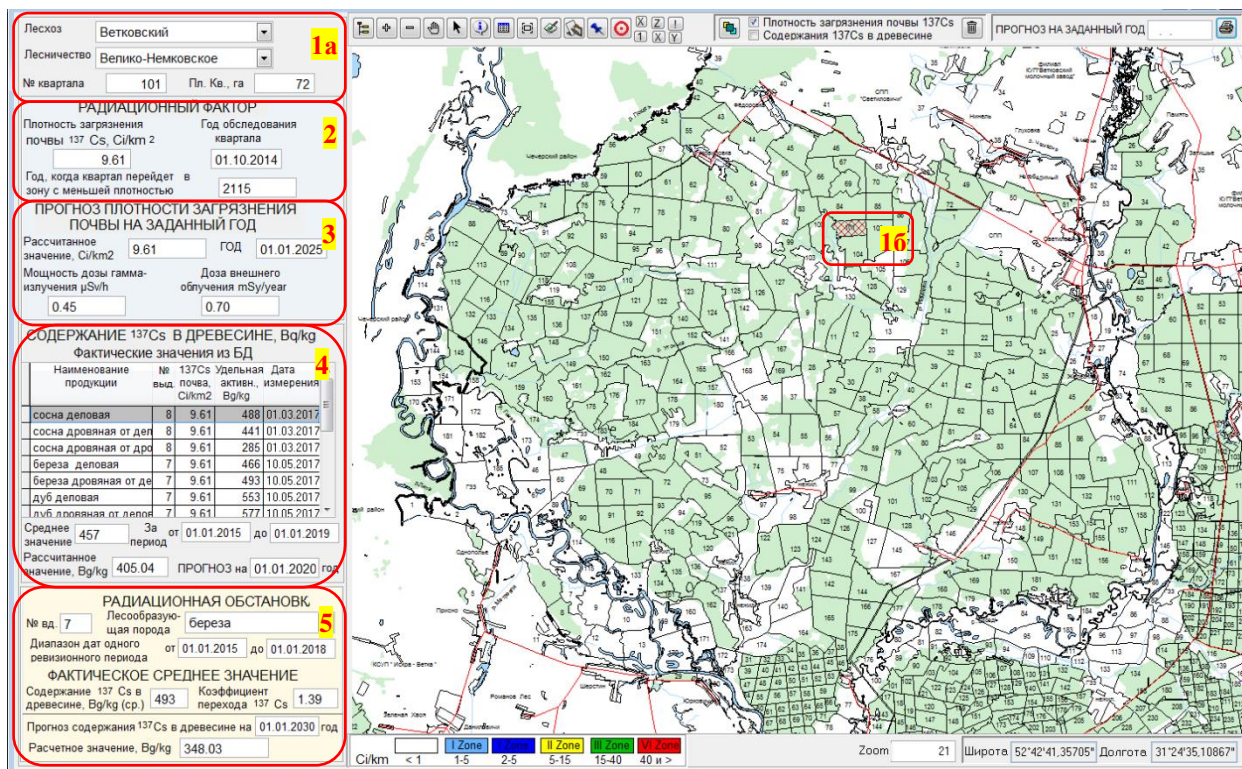
Рисунок 28 – Окно «Геоинформационный сервис «RadForInfo»



Источник: ИС "RadFor" и ГИС "RadForInfo"

60. Взаимодействие с системой начинается с выбора необходимого лесхоза и лесничества. Выбор может быть произведен вручную из выпадающих списков, как это показано на рис. 29, выноска 1а, или на карте, как это показано на рис. 29, выноска 1б.

Рисунок 29 – Информационная часть окна «Геоинформационный сервис «RadForInfo»



Источник: ИС «RadFor» и ГИС «RadForInfo»

61. После выбора на карте или вручную лесхоза, лесничества и номера квартала, автоматически данными из базы заполняются значения соответствующих полей, как это показано на рис. 30 -34.

Рисунок 30 – Автоматическое заполнение данными из базы полей «Пл. Кв., га»

Лесхоз	Ветковский		
Лесничество	Велико-Немковское		
№ квартала	77	Пл. Кв., га	137

Источник: ИС «RadFor» и ГИС «RadForInfo»

62. В разделе «Радиационный фактор» из базы данных «Радиационная обстановка» автоматически заполняются значения информационных полей «Плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$ ,  $\text{Ci}/\text{km}^2$ », «Год обследования квартала» и рассчитывается значение для поля «Год, когда квартал может быть отнесен к зоне с меньшей плотностью», как это показано на рис. 31.

Рисунок 31 – Автоматическое заполнение данными из базы полей формы «Радиационный фактор»

РАДИАЦИОННЫЙ ФАКТОР	
Плотность загрязнения почв $^{137}\text{Cs}$ , $\text{Ки}/\text{км}^2$	Год обследования квартала
10.10	01.09.2008
Год, когда квартал может быть отнесен к зоне с меньшей плотностью	2039

Источник: ИС «RadFor» и ГИС «RadForInfo»

63. В разделе «ПРОГНОЗ ПЛОТНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ  $^{137}\text{Cs}$ » в поле «ГОД» вводится заданная дата, на которую рассчитывается прогнозное значение плотности загрязнения почвы « $\text{Ки}/\text{км}^2$ ». Значение в поле «Мощность дозы гамма-излучения,  $\text{мкЗв}/\text{ч}$ » заносится из базы данных «Радиационная обстановка». Значение в поле «Доза внешнего облучения,  $\text{мЗв}/\text{год}$ » рассчитывается автоматически. (рис. 32).

Рисунок 32 – Автоматическое заполнение данными из базы полей формы «ПРОГНОЗ ПЛОТНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ  $^{137}\text{Cs}$ »

ПРОГНОЗ ПЛОТНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ $^{137}\text{Cs}$		
$\text{Ки}/\text{км}^2$	на	год
6.94	01.01.2025	
Мощность дозы гамма-излучения, $\text{мкЗв}/\text{ч}$	Доза внешнего облучения, $\text{мЗв}/\text{год}$	
0.64	1.08	

Источник: ИС «RadFor» и ГИС «RadForInfo»

64. В разделе «СОДЕРЖАНИЕ  $^{137}\text{Cs}$  В ДРЕВЕСИНЕ,  $\text{Бк}/\text{кг}$ » фактические значения «Наименование продукции», «№ выд.», « $^{137}\text{Cs}$  почва,  $\text{Ки}/\text{км}^2$ », «Удельная активн.,  $\text{Бк}/\text{кг}$ » и «Дата» заполняются автоматически из базы данных «Лесная продукция». При вводе дат для выбранного квартала за заданный период времени рассчитывается значение поля «Среднее значение» (рис. 33).



Поле «Прогнозное значение» удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в древесине для выбранного квартала в прогнозе на год рассчитывается на основе данных из БД «Радиационная обстановка» и БД «Лесная продукция».

Рисунок 33 – Автоматическое заполнение данными из базы полей формы «СОДЕРЖАНИЕ  $^{137}\text{Cs}$  В ДРЕВЕСИНЕ, Бк/кг»

СОДЕРЖАНИЕ $^{137}\text{Cs}$ В ДРЕВЕСИНЕ, Бк/кг				
Наименование продукции	№ выд.	$^{137}\text{Cs}$ почва, Ки/км <sup>2</sup>	Удельная активн., Бк/кг	Дата
береза дровяная от де	28	10.10	711	09.01.2018
ольха деловая	28	10.10	513	09.01.2018
ольха дровяная от дел	28	10.10	588	09.01.2018
сосна деловая	28	10.10	1127	09.01.2018
сосна дровяная от дел	28	10.10	1014	09.01.2018
ель деловая	28	10.10	753	09.01.2018

Среднее значение  За период от  до

Прогнозное значение  на  год

Источник: ИС «RadFor» и ГИС «RadForInfo»

65. В разделе «СОДЕРЖАНИЕ  $^{137}\text{Cs}$  В ДРЕВЕСИНЕ В ТАКСАЦИОННОМ ВЫДЕЛЕ», рис. 34, значение в поле «№ выд.» вводится вручную или выдел выбирается на карте. После этого в открывающемся списке выбирается из перечня основных лесообразующих пород интересующая пользователя порода и задается интересующий период времени.

В поле «Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в древесине, Бк/кг» автоматически рассчитывается и вносится среднее значение удельной активности из БД «Лесная продукция» для выбранной породы. В поле «Коэффициент перехода  $^{137}\text{Cs}$ » автоматически рассчитывается и вносится среднее значение коэффициента перехода из базы данных «Лесная продукция» для выбранной породы.

При вводе в поле «Прогнозное значение, Бк/кг на год» интересующего года рассчитывается среднее значение коэффициента перехода  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в древесину лесообразующих пород для внесения этого значения в поле «Прогнозное значение, Бк/кг». Расчет проводится по полю «Коэффициент перехода» из базы данных «Лесная продукция» только для выбранной лесообразующей породы.

Рисунок 34 – Автоматическое заполнение данными из базы полей формы «СОДЕРЖАНИЕ  $^{137}\text{Cs}$  В ДРЕВЕСИНЕ В ТАКСАЦИОННОМ ВЫДЕЛЕ»

СОДЕРЖАНИЕ $^{137}\text{Cs}$ В ДРЕВЕСИНЕ В ТАКСАЦИОННОМ ВЫДЕЛЕ	
№ выд. <input type="text" value="28"/>	Лесообразующая порода <input type="text" value="береза"/>
Диапазон дат одного ревизионного периода от <input type="text" value="01.01.2017"/>	до <input type="text" value="01.01.2020"/>
СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ	
Содержание $^{137}\text{Cs}$ в древесине, Бк/кг <input type="text" value="698"/>	Коэффициент перехода $^{137}\text{Cs}$ <input type="text" value="1.87"/>
Прогнозное значение, Бк/кг <input type="text" value="426.69"/>	на <input type="text" value="01.01.2030"/> год

Источник: ИС «RadFor» и ГИС «RadForInfo»



66. В картографической части окна имеется набор кнопок для работы с загруженными слоями карты:



**Слои карты / Управление слоями / Ctrl - Сохранение очередности слоев** – для настройки слоев карты;



**Увеличить** – для увеличения масштаба карты;



**Уменьшить** – для уменьшения масштаба карты;



**Передвинуть карту** – для перетаскивания слоев карты в окне;



**Выделение кварталов** – для выделения на карте кварталов;



**Информация** – для получения информации о выделенном объекте;



**Восстановить положение, масштаб / Запомнить положение, масштаб** – для восстановления положения и масштаба текущих слоев карты и для сохранения положения и масштаба текущих слоев карты;



**Создать BMP** – для сохранения текущего изображения в графическом файле BMP;



**Сохранить слои карты** – для сохранения слоя кварталов выбранного лесничества в формате MapInfo;



**Внести координаты мест отбора проб почвы / удалить, редактировать координаты** – открытие окна для ввода координат мест отбора проб почвы / открытие окна для удаления, редактирования координат мест отбора проб почвы.



**Показать места отбора проб почвы / скрыть значки** – для нанесения на карту мест отбора проб почвы для выбранного лесхоза, лесничества / для очистки меток отбора проб почвы на карте.

67. При нажатии в области картографической части окна «ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ СЕРВИС "RadForInfo"» на левую клавишу мыши открывается окно «Слои карты».

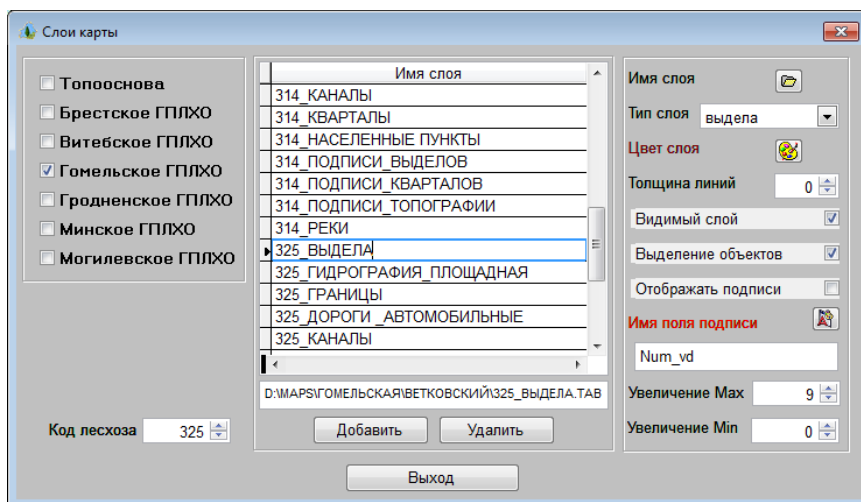
Слои цифровых карт хранятся на дисках в каталогах, построенных по принципу вложенных папок. Например, d:\Maps\Гомельская\Ветковский\. Настройки слоев цифровых карт хранятся в файлах \User\ MapsLayers.dbf и \User\ MapsLayers.cdx.

Рабочее окно разделено на три области:

- список ГПЛХО;
- список слоев выбранного лесничества;
- набор настроек каждого слоя выбранного лесничества.

68. В первой области выбирается раздел, для которого определяются слои карты и параметры слоев. Вторая область содержит список слоев и полный путь к месту их хранения. В третьей области сосредоточены инструменты настройки слоев (рис. 35).

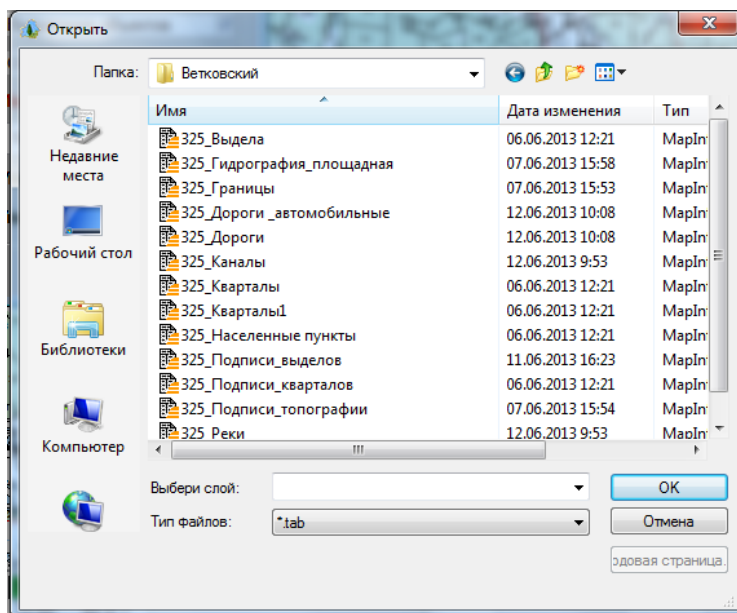
Рисунок 35 – Представление данных в окне «Слои карты»



Источник: ГИС «RadForInfo»

69. Слои цифровых карт хранятся на дисках в каталогах, построенных по принципу вложенных папок. Например, D: \ Карты \ Гомель \ Ветка \ . Настройки слоя цифровой карты хранятся в файлах \ User \ MapsLayers.dbf и \ User \ MapsLayers.cdx. Слои для текущего лесхоза добавляются при нажатии кнопки «Добавить». При этом запускается стандартное пользовательское диалоговое окно открытия файлов (рис. 36). Удаление текущего слоя осуществляется с помощью кнопки «Удалить».

Рисунок 36 – Пользовательское диалоговое окно открытия файлов



Источник: ГИС «RadForInfo»


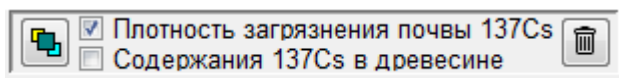
70. Внести координаты мест отбора проб почвы При нажатии на кнопку левой клавишей мыши курсор приобретает вид иглы (  ), перемещаемой по карте. При нажатии на левую клавишу мыши в необходимом месте выбранного квартала открывается окно «Координаты места отбора проб почвы» (рис. 37). При этом поля «Лесхоз», «Лесничество», «№ квартала», «Широта» и «Долгота» будут заполнены текущими значениями автоматически. Если координаты места отбора проб почвы для текущего квартала ранее уже вносились в БД, эти данные также будут отображены в текущем окне.

Рисунок 37 – Представление данных в окне «Координаты места отбора проб почвы»

Источник: ГИС «RadForInfo»

71. Разработанное программное средство позволяет формировать актуальную карту лесных угодий с окраской по зонам радиоактивного загрязнения на дату обследования лесных кварталов, для чего устанавливается флажок в поле «Плотность загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$ » (рис. 38).

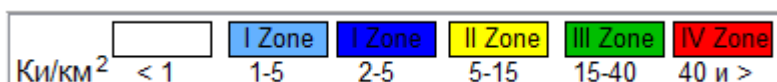
Рисунок 38 – Управляющий флажок нанесения тематической раскраски



Источник: ГИС «RadForInfo»

72. При этом в нижней части экрана отображаются условные обозначения окраски зон радиоактивного загрязнения (рис. 39).

Рисунок 39 – Легенда к карте с тематической раскраской



Источник: ГИС «RadForInfo»


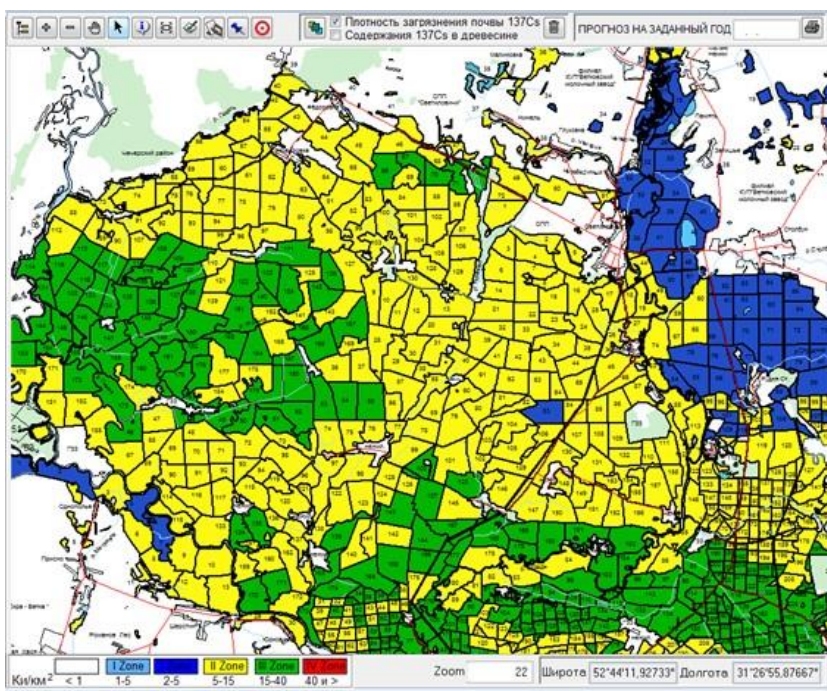
73. После нажатия левой клавишей мыши кнопки  «Раскрасить карту» осуществляется раскраска кварталов в соответствии со значениями плотности загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$ , как это показано на рис. 40.

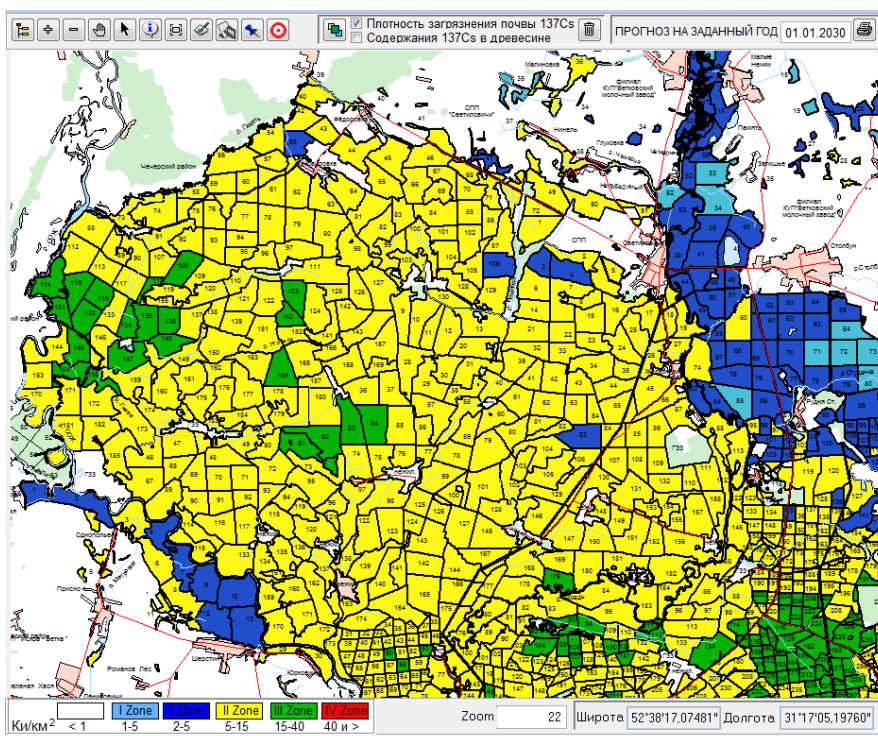
Рисунок 40 – Раскраска кварталов в соответствии со значениями плотности загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$



Источник: ГИС «RadForInfo»

74. Обеспечена возможность формирования прогнозной карты лесного фонда с окраской по зонам радиоактивного загрязнения на заданную дату, значение которой вводится в поле «ПРОГНОЗ НА ЗАДАННЫЙ ГОД». Пример карты с нанесенной раскраской кварталов в соответствии со значениями плотности загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  на установленную дату показан на рис. 41.

Рисунок 41 – Прогнозная карта с раскраской кварталов в соответствии со значениями плотности загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$



Источник: ГИС «RadForInfo»




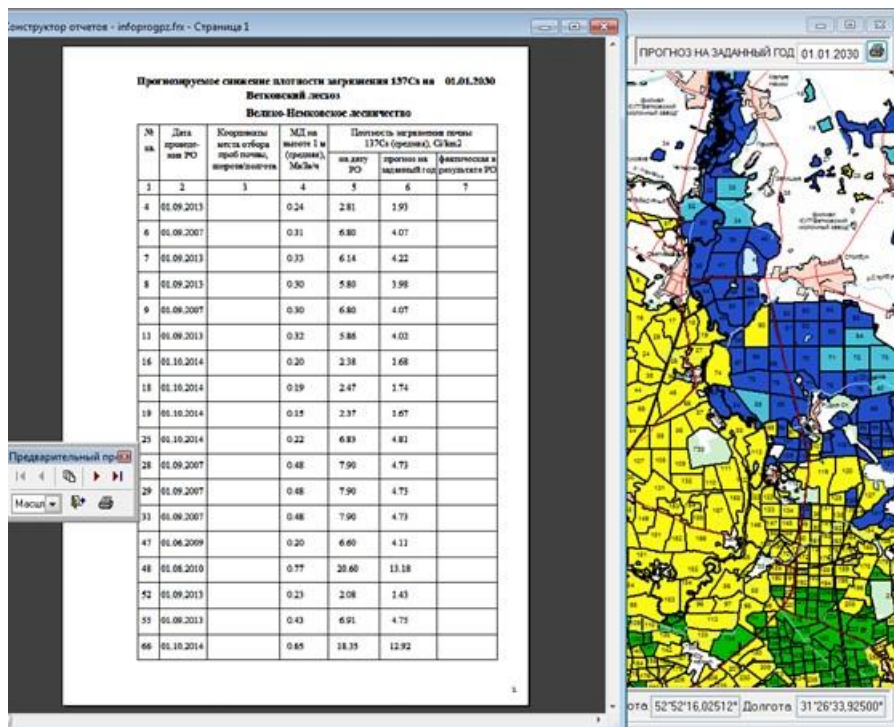
75. После нажатия левой клавишей мыши кнопки  «Кварталы для уточнения РО» осуществляется формирование отчета «Прогнозируемое снижение плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$ » на заданную дату, пример которого представлен на рис. 42.

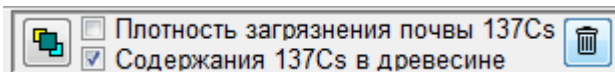
Рисунок 42 – Пример отчета «Прогнозируемое снижение плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$ »



Источник: ГИС «RadForInfo»

76. Разработанное программное средство позволяет формировать актуальную карту лесных угодий с окраской в соответствии с величиной содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине на дату обследования лесных кварталов, для чего устанавливается флажок в поле «Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в древесине» (рис. 43).

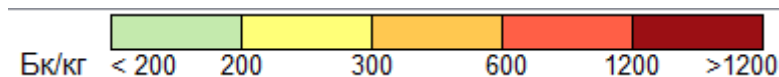
Рисунок 43 – Управляющий флажок нанесения тематической раскраски



Источник: ГИС «RadForInfo»

77. При этом в нижней части экрана отображаются условные обозначения окраски по величине содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине (рис. 44).

Рисунок 44 – Легенда к карте с тематической раскраской



Источник: ГИС «RadForInfo»


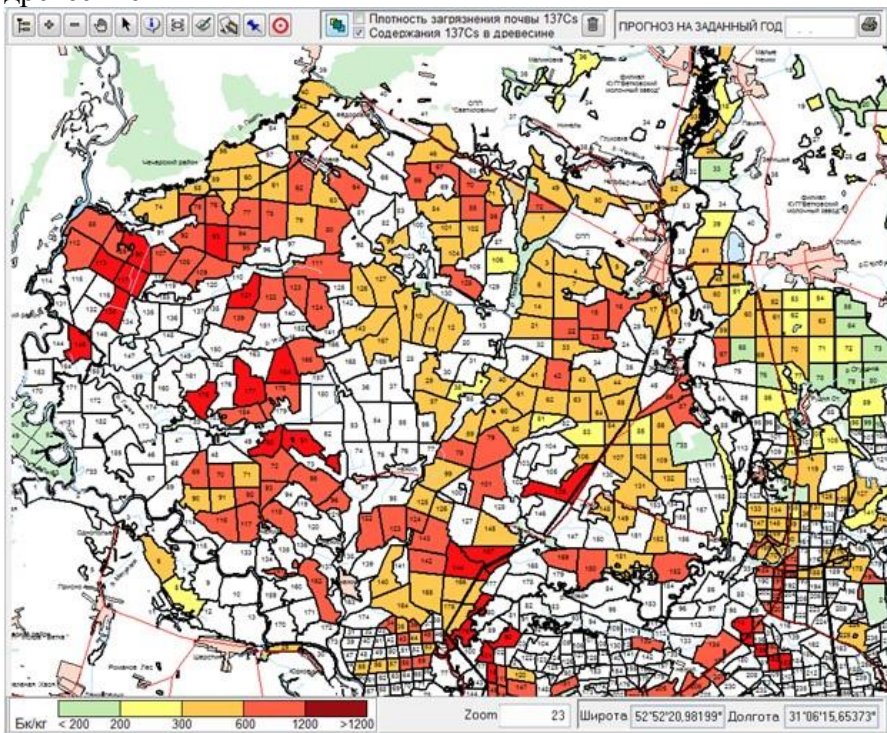
78. После нажатия левой клавишей мыши кнопки  «Раскрасить карту» осуществляется раскраска кварталов в соответствии со значениями величины содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине, как это показано на рис. 45.

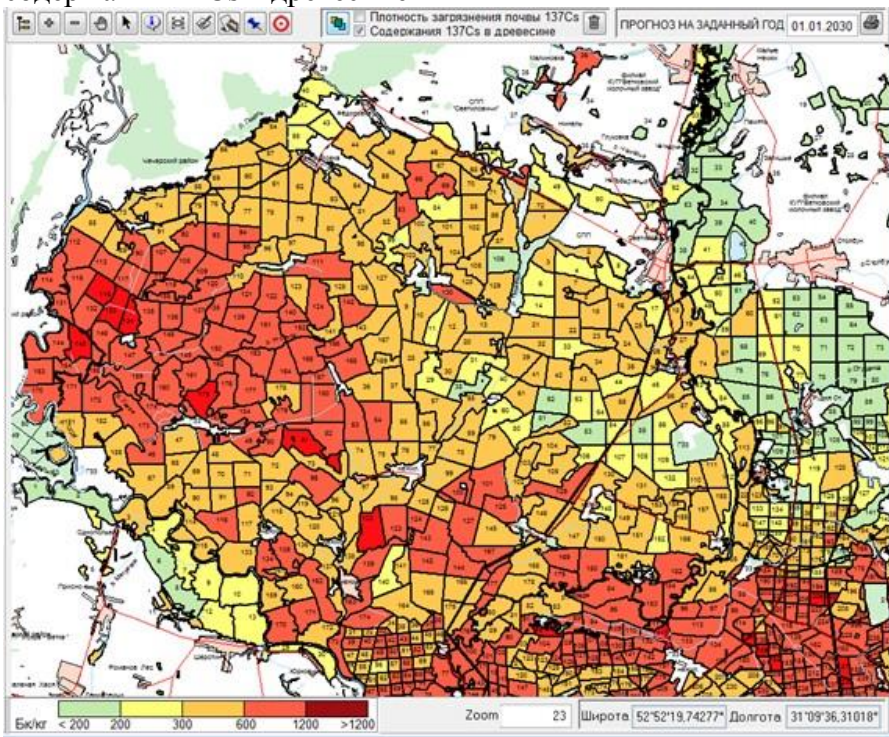
Рисунок 45 – Раскраска кварталов в соответствии со значениями содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине



Источник: ГИС «RadForInfo»

79. Поддерживается также и функция получения прогнозных значений содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине, как это показано на рис. 46. Управляющие операции при этом аналогичны рассмотренным выше для получения тематических карт, содержащих информацию по зонам радиоактивного загрязнения.

Рисунок 46 – Прогнозная карта с раскраской кварталов в соответствии со значениями содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине



Источник: ГИС «RadForInfo»



80. Вид формируемого в данном случае на заданный квартал отчета «Радиационный фактор» показан на рис. 47.

Рисунок 47 – Пример отчета «Радиационный фактор»

Ветковский лесхоз  
Велико-Немковское лесничество  
Квартал № 74 Пл. Кв.га 182

**РАДИАЦИОННЫЙ ФАКТОР**

Плотность загрязнения почвы 137Cs, Ки/км2 13  
 Год обследования квартала 01.10.2014  
 Год, когда квартал может быть отнесен к зоне с меньшей плотностью 2056

**ПРОГНОЗ ПЛОТНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ 137Cs**

Ки/км2 12.99 на ГОД 01.01.2025  
 Мощность дозы гамма-излучения, мкЗв/ч 0.50  
 Доза внешнего облучения, мЗв/год 0.80

**СОДЕРЖАНИЕ 137Cs В ДРЕВЕСИНЕ, Бк/кг**

Наименование продукции	№ выд.	137Cs почва, Ки/км2	Удельная активн., Бк/кг	Дата
сосна деловая	54	12.99	506	21.03.2019
сосна дровяная от деловых	54	12.99	696	21.03.2019
сосна деловая	54	12.99	458	04.12.2019
сосна дровяная от деловых	54	12.99	482	04.12.2019
сосна деловая	54	12.99	542	01.04.2020
сосна дровяная от деловых	54	12.99	588	01.04.2020

Среднее значение 536 За период от 01.01.2019 до 01.01.2020  
 Прогнозное значение 430.31 на 01.01.2025 год

**СОДЕРЖАНИЕ 137Cs В ДРЕВЕСИНЕ В ТАКСАЦИОННОМ ВЫДЕЛЕ**

№ выд. 54 Лесобразующая порода сосна  
 Диапазон дат одного ревизионного периода от 01.01.2019 до 01.01.2020

**СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ**

Содержание 137Cs в древесине, Бк/кг 536  
 Коэффициент перехода 137Cs 1.11  
 Прогнозное значение, Бк/кг 383.57 на 01.01.2030 год

Источник: ГИС «RadForInfo»

81. Полный текст Руководства пользователя информационного модуля «РадФорИнфо», предназначенного для получения данных о радиационной обстановке в лесах на основе картографических материалов, представлен в виде отдельного приложения.

**4. Провести обучающие семинары для специалистов, ответственных за осуществление контроля радиоактивного загрязнения, лесопользования Гомельского и Могилевского государственных производственных лесохозяйственных объединений**

82. В ноябре сотрудниками учреждения «Беллесозащита» в течение 4-х дней проводилось обучение специалистов, ответственных за осуществление контроля радиоактивного загрязнения лесного фонда лесхозов Гомельского и Могилевского ГПЛХО. Обучение включало теоретические и практические занятия по применению ГИС "RadForInfo", в том числе индивидуальные, разработку вспомогательных обучающих материалов, проведение тренингов и тестирование полученных знаний.

83. Подготовлены и представлены презентационные материалы по следующим темам: «ГИС "RadForInfo", функции, порядок применения», «ИС "RadFor", структура и функции», «Качество внесения результатов радиационного контроля в базы данных "RadForView", анализ ошибок», «Применение ИС "RadFor» при подготовке информационных материалов».

Рисунок 48 – Участники обучающего семинара на лекции по применению функций ГИС "RadForInfo", 23.11.2020г.



84. Обучение проведено для 22 инженеров-радиологов и техников-радиологов из 18 лесхозов. Со специалистами каждого лесхоза обучение проводилось индивидуально, демонстрировались функции "RadForInfo" с использованием картографии конкретного лесхоза, созданных ранее баз данных с результатами радиационного контроля.

Рисунок 49 – Проведение индивидуальных занятий, 24-26.11.2020 г.



85. Для обеспечения эффективного применения функций ГИС "RadForInfo" для обучающихся были разработаны вспомогательные материалы – наглядные пособия, в формате листовок.

86. Установка Геоинформационного сервиса «RadForInfo» для периферийной версии ИС «RadForView». В листовке описаны условия, которые необходимо соблюдать для успешной установки программ «RadForView» и MapInfo MapX на компьютерах с современными операционными системами. Представлены фрагменты пользовательских окон для проведения обмена данными. Определена очередность этапов, которые необходимо пройти при установке MapX и загрузке новой версии на компьютер пользователя самостоятельно.

87. Загрузка цифровых карт и управление слоями. В листовке пошагово описаны действия по загрузке слоев цифровых карт с использованием индивидуальных кодов лесхозов на компьютер пользователя самостоятельно, в том числе в случае повреждения уже загруженных слоев. Отображены окна настройки слоев. Пошагово описаны действия при проведении настройки свойств каждого слоя отдельно: толщина и цвет линий; визуализация отображения слоев; выбор шрифтов и их величин; настройка минимальных и максимальных значений zoom для установки приоритетов слоев при просмотре интерактивных тематических карт лесхозов.

88. Выделение группы лесных кварталов для радиационного обследования с целью уточнения плотности загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  и отнесения к зоне с меньшей плотностью. В листовке выделены командные кнопки меню, которые отвечают за функции



представления тематических карт лесхозов в прогнозе на заданную дату. Указаны действия для представления на карте заштрихованных лесных кварталов – кварталов, которые по прогнозу могут перейти в зону с меньшей плотностью загрязнения  $^{137}\text{Cs}$ . Описаны факторы проведения анализа по подбору кварталов. Получение перечня лесных кварталов для подготовки плана по уточнению радиационной обстановки на территории лесного фонда и распечатка отчёта. Для визуализации результата выборки представлен образец отчета «Прогнозируемое снижение плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$ » на указанный год.

89. Внесение координат точек отбора проб почвы при радиационном обследовании и их визуализации на карте. В листовке выделены командные кнопки меню, которые позволяют открыть окна для внесения, изменения и удаления координат точек отбора проб почвы в лесных кварталах – нанесение значков точек отбора проб. Указаны действия, при которых можно просмотреть либо скрыть на интерактивной карте лесхоза нанесенные точки отбора проб почвы, зафиксированные при проведении радиационного обследования лесных кварталов.

90. Представление лесных кварталов с окраской по зонам радиоактивного загрязнения и по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  в древесине на текущий момент и в прогнозе на заданную дату. В листовке выделены командные кнопки, которые позволяют включить выбор тематики для формирования карты. Стрелкой указано окно для ввода даты прогноза, запускающей функцию расчета значений плотности загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  и удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в древесине в прогнозе на заданную дату. Представлены фрагменты образцов окон с тематическими картами, окрашенными на текущий момент и в прогнозе на заданную дату.

91. Способы получения информации о радиационной обстановке в окне «Радиационный фактор» для выбранного лесного квартала. В листовке описаны способы представления информации. Использование стрелки меню – первый способ выбора квартала. Указано место для ввода запроса – второй способ выбора квартала. Выделена кнопка «печать» обеспечивающая вывод полученной информации на печать. Описано управление кнопкой с помощью правой и левой клавиш, дающих разные формы отчетов. Представлен образец окна «Конструктор отчета» с заполненными полями окна «Радиационный фактор». Примеры разработанных листовок представлены на рисунке 50.

Рисунок 50 – Примеры листовок – руководство для визуализации последовательных действий



92. Была проведена подготовка карт для каждого лесхоза и отдельно со всеми лесхозами для Гомельского и Могилевского ГПЛХО. Для обеспечения функционирования ГИС «RadForInfo» в лесхозах с территориями радиоактивного загрязнения были проведены: загрузка 269 слоев цифровых карт для 23 лесхозов Гомельского и Могилевского ГПЛХО в ИС «RadFor» для прикрепления к топооснове и формирования карт; настройка очередности, отображения и zoom (max и min) для 269 слоев цифровых карт лесхозов Гомельского и Могилевского ГПЛХО в окне ГИС «RadForInfo» для установки приоритетов при просмотре интерактивных тематических карт лесхозов; Настройка свойств (цвет и толщина линий, тип и величина шрифтов) 269 слоев цифровых

карт лесхозов Гомельского и Могилевского ГПЛХО в окне ГИС «RadForInfo» для оптимальной визуализации сформированных тематических карт.

93. Подготовлено 29 электронных пакетов для проведения обновления версии программы RadForview. С этой целью проведен экспорт данных для 27 лесхозов и 2 ГПЛХО из ИС «RadFor». Сформированы электронные пакеты RADFOR с базами данных, включающими настроенные цифровые карты лесхозов, базы данных и новые ехе-файлы, которые обеспечат обновление периферийных версий ИС RadForview и визуализацию цифровых карт.

94. Для 24 лесхозов и 2 ГПЛХО подготовлены установочные диски для инсталляции программы MapInfo MapX и руководство по установке на ПК в подразделениях радиационного контроля.

95. Для каждого участника обучающего семинара были подготовлены папки с набором листовок по применению функций ГИС "RadForInfo", загрузочные диски и описание (памятки) по установке «MapX», сборник презентаций в электронном виде, загружены на электронные носители версии для лесхозов ГИС "RadForInfo" с картами лесхозов (по аналогии с «RadForView»). Тестирование специалистов радиационного контроля, прошедших обучение показало положительные результаты.

Рисунок 51 – Набор вспомогательных материалов, завершение обучения, 27.11.2020г.



96. В связи с завершением работ по радиационному обследованию и получением официальных данных о радиоактивном загрязнении лесного фонда в декабре 2020 г. решено установить и ввести в практику работ ГИС "RadForInfo" в январе 2021 г.

97. Информация об основных этапах работ по созданию геоинформационного сервиса «RadForInfo» – проведении опытно- производственной проверки в лесхозах, обучении специалистов подразделений радиационного контроля применению новых функций, регулярно размещалась на сайте Учреждения «Беллесозащита», на страницах Белорусской лесной газеты (статьи в номерах от 28.08, 5.11, 9.12. 2020 г.). О разработке и возможностях ГИС «RadForInfo» представлен доклад на научно-практическом семинаре «Лес и радиоактивность – 30 лет создания службы радиационного контроля в лесном хозяйстве», проведенном 15-16 октября в городе Новозыбков Брянская области ФБУ «Рослесозащита».

## Выводы и предложения

98. Происходит улучшение радиационной обстановки на территориях лесного фонда: уменьшаются площади лесов в зонах радиоактивного загрязнения до 2,0 % в год (за последние 5 лет на 141,0 тыс. га), мощность дозы – 2,2 %, содержание  $^{137}\text{Cs}$  в древесине – 2,35%. Положительные изменения предлагается учитывать и использовать для постепенного возврата к нормальным условиям ведения лесного хозяйства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, при условии соблюдения норм радиационной безопасности – не превышение среднегодового предела дозы облучения и допустимых уровней содержания  $^{137}\text{Cs}$  в лесной продукции.

99. К настоящему времени накоплен значительный объем результатов радиационного контроля в базах данных «Радиационная обстановка» и «Лесная продукция» ИС «RadFor», существуют оцифрованные карты лесхозов с выделением квартальной сети, что позволяет расширить возможности ИС «RadFor» и получить дополнительный сервис с одновременным представлением всех имеющихся показателей радиационной обстановки на карте и с детализацией в табличном виде. Такой сервис был создан и получил название Геоинформационный сервис «RadForInfo» или сокращенно ГИС «RadForInfo».

100. В ГИС «RadForInfo» создана объединенная интерактивная карта с привязкой к лесным кварталам и таксационным выделам, на которой по запросу пользователя можно получать информацию об отнесении лесных кварталов к зонам радиоактивного загрязнения (окраска по зонам) в настоящее время и в прогнозе на заданную дату, о содержании  $^{137}\text{Cs}$  в древесине (среднее для всех пород) в пределах лесного квартала (окраска по установленному уровню) также по факту и в прогнозе.

101. ГИС «RadForInfo» содержит интерфейсную часть «Радиационный фактор», в которой объединены все радиационные характеристики лесного квартала: плотность загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  (факт, прогноз, дата перехода в зону с меньшей плотностью); мощность дозы и доза внешнего облучения на дату обследования; содержание  $^{137}\text{Cs}$  в древесине среднее в лесном квартале (факт за период времени, прогноз); содержание  $^{137}\text{Cs}$  в древесной породе в таксационных выделах (факт за ревизионный период, коэффициент перехода, прогноз).

102. Комплекс показателей радиационной обстановки, представленный на интерактивной карте и окне «Радиационный фактор», позволяет получить исчерпывающую информацию о радиоактивном загрязнении как в одном лесном квартале, так и в граничащих с ним, провести сравнение уровней загрязнения для принятия обоснованных решений.

103. ГИС «RadForInfo» обеспечивает оперативность решения практических задач: автоматически формируется план радиационного обследования лесных кварталов на следующий год, что приводит к своевременному уточнению радиационной обстановки; приводятся точки отбора проб почвы в лесном квартале и их координаты, что позволяет их использовать при следующем обследовании и таким образом соблюсти сопоставимость результатов; рассчитываются прогнозные уровни содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине, что помогает определить необходимость проведения радиационного обследования лесосек и их отвода для рубок леса, а также направлениях использования древесины.

104. Тестирование и опытно-производственная проверка ГИС «RadForInfo» в целом и его компонентов в отдельности показала положительные результаты, подтвердила соответствие разработанных функций требованиям, сформированным в техническом задании. Реализована взаимосвязь с базами данных ИС «RadFor», прогнозные уровни радиоактивного загрязнения почвы, древесины рассчитываются согласно заложенным

алгоритмам, осуществляется изменение окраски тематических карт по запросу пользователя, установлена достаточная достоверность прогнозных уровней содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине.

105. Для работы с ГИС «RadForInfo» проведено обучение специалистов подразделений радиационного контроля из 18 лесхозов Гомельского и Могилевского ГПЛХО. Обучение включало теоретические и практические занятия, в том числе индивидуальные, проведение тренингов и тестирование полученных знаний. Все участники получили комплект вспомогательных обучающих материалов по применению ГИС "RadForInfo" (листовки, загрузочные диски и описание по установке «MapX»), на электронных носителях были переданы версии для лесхозов ГИС "RadForInfo" с топоосновой и картами лесхозов, сборник презентаций. Обученные специалисты успешно прошли тестирование, ими дана высокая оценка нового веб-сервиса, отмечены наглядность и комплексность представления информации, определены направления практического применения.

106. Для обеспечения эффективной работы ГИС «RadForInfo» предлагается: осуществлять методическую и техническую поддержку картографического сервиса в лесхозах; провести оснащение ПРК современными ПК с параметрами необходимыми для работы с картографическими материалами; установить ГИС «RadForInfo» в отделах лесного хозяйства лесхозов и в лесничествах и провести техническую учебу со специалистами; провести обучение по применению нового сервиса специалистов подразделений радиационного контроля Брестского, Гродненского и Минского ГПЛХО.