

Зибарев Е.В.<sup>1</sup>, Афанасьев А.С.<sup>1</sup>, Слюсарева О.В.<sup>1</sup>, Мурагимов Т.И.<sup>2</sup>, Степанец В.А.<sup>3</sup>, Одоевский С.М.<sup>3</sup>, Спирина Е.А.<sup>3</sup>, Антонов И.Д.<sup>3</sup>

## Разработка геоинформационного портала для обеспечения санитарно-эпидемиологического надзора за передающими радиотехническими объектами

<sup>1</sup>ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», 105275, Москва;

<sup>2</sup>Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 127994, Москва;

<sup>3</sup>ООО «ИнфоТел», 195257, Санкт-Петербург

**Введение.** В последние годы в РФ отмечается увеличение уровней электромагнитных полей радиочастотного диапазона на селитебной территории, в том числе вследствие роста количества базовых станций сотовой связи. Целью санитарно-эпидемиологического надзора на стадиях размещения и ввода в эксплуатацию базовых станций сотовой связи является предотвращение их неблагоприятного воздействия на здоровье населения. Увеличение количества базовых станций сотовой связи вместе с появлением нового электронного оборудования и антенн создают предпосылки для совершенствования процессов автоматизации по их учёту на этапе размещения и контролю уровней электромагнитных полей радиочастотного диапазона на этапе эксплуатации. Таким инструментом автоматизации может стать геоинформационный портал по обеспечению санитарно-эпидемиологического надзора за базовыми станциями сотовой связи.

**Материал и методы.** В прототипе геоинформационного портала реализована возможность расчёта размеров санитарно-защитных зон (СЗЗ) и зон ограничения застройки (ЗОЗ) от передающего радиотехнического оборудования (ПРТО) в режиме онлайн, отображение результатов расчётов в графическом виде и оформление санитарно-эпидемиологических заключений на размещение и эксплуатацию базовых станций.

**Результаты.** Геоинформационный портал может быть внедрён на федеральном уровне, обеспечивающем возможность межведомственного взаимодействия. В качестве картографических материалов возможно применение карт Росреестра. В системе разработаны отдельные слои, на которых отображается информация о результатах расчётов, натурных измерений электромагнитных полей и жалоб граждан.

Геоинформационный портал имеет возможность синхронизации с данными радиочастотного центра. Центральный аппарат Роспотребнадзора и Управления Роспотребнадзора по субъектам РФ будет иметь возможность получать актуальные аналитические данные. Процессы сбора, обработки и хранения информации по ПРТО будут полностью автоматизированы.

**Заключение.** Внедрение геоинформационного портала повысит эффективность и достоверность надзора за источниками ЭМИ. Предлагаемый к разработке и внедрению программный продукт является эксклюзивным и не имеет аналогов на территории Российской Федерации и за рубежом.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** геоинформационный портал; передающие радиотехнические объекты; электромагнитное излучение; информационно-аналитический программный продукт.

**Для цитирования:** Зибарев Е.В., Афанасьев А.С., Слюсарева О.В., Мурагимов Т.И., Степанец В.А., Одоевский С.М., Спирина Е.А., Антонов И.Д. Разработка геоинформационного портала для обеспечения санитарно-эпидемиологического надзора за передающими радиотехническими объектами. Гигиена и санитария. 2020; 99 (4): 344–350. DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-4-344-350>

**Для корреспонденции:** Зибарев Евгений Владимирович, зам. директора по научной работе ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», 105275, Москва. E-mail: [zibarevevgeny@gmail.com](mailto:zibarevevgeny@gmail.com)

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Работа по созданию прототипа выполнена авторами в инициативном порядке. Для создания полноценного геоинформационного портала требуются разработка и согласование технических требований, этапов и сроков реализации, а также выделение соответствующего финансирования.

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи – Зибарев Е.В.; сбор и обработка материала, написание текста – Афанасьев А.С.; сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста – Слюсарева О.В.; подготовка материалов об актуальности проблемы обеспечения электромагнитной безопасности для населения – Мурагимов Т.И.; разработка алгоритмов расчёта размеров СЗЗ и ЗОЗ на базе новых программных модулей – Антонов И.Д.; анализ полученных данных при использовании программных модулей по расчёту размеров СЗЗ и ЗОЗ – Степанец В.А.; формирование общих выводов о возможности применения программных модулей на практике – Одоевский С.М.; апробация алгоритма расчёта – Спирина Е.А.; утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи – все соавторы.

Поступила: 26.02.2019

Принята к печати: 23.07.2019

Опубликована: 26.05.2020

Zibarev E.V.<sup>1</sup>, Afanasev A.S.<sup>1</sup>, Slusareva, O.V.<sup>1</sup>, Muragimov T.I.<sup>2</sup>, Stepanets V.A.<sup>3</sup>, Odoevsky S.M.<sup>3</sup>, Spirina E.A.<sup>3</sup>, Antonov I.D.<sup>3</sup>

## Developing GIS portal to ensure sanitary and epidemiological surveillance of transferring radio engineering objects

<sup>1</sup>Izmerov Research Institute of Occupational Health, Moscow, 105275, Russian Federation;

<sup>2</sup>Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Moscow, 127994, Russian Federation;

<sup>3</sup>InfoTel Ltd, Saint Petersburg, 195257, Russian Federation

*In recent years, in the Russian Federation there has been an increase in the levels of radiofrequency electromagnetic fields in residential areas, including due to an increase in the number of base stations (BS). The purpose of sanitary and epidemiological surveillance at the stages of placement and commissioning of base stations (BS) is to prevent their adverse effects on public health. The increase in the number of base stations, together with the advent of new electronic equipment and antennas, provide opportunities for improving the processes of their accounting at the stage of placement and monitoring of the levels of radiofrequency electromagnetic fields at the operation stage. This automation tool can be a geo-information portal for providing sanitary and epidemiological surveillance of cellular base stations. The prototype of the geo-information portal allows both calculating the size of sanitary protection zones (SPZ) and building restriction zones (RZ) from the BS in online mode, displaying the results of calculations in graphical form and issuing sanitary and epidemiological conclusions for the placement and operation of base stations. The geo-information portal has the ability to synchronize with the data of the radio frequency center. Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing will be able to receive up-to-date analytical data. There will be completely automated processes of collecting, processing and storing information on BS.*

**Key words:** *geoinformation portal; transmitting radio engineering objects; electromagnetic radiation; information and analytical software product.*

**For citation:** Zibarev E.V., Afanasev A.S., Slusareva, O.V., Muragimov T.I., Stepanets V.A., Odoevsky S.M., Spirina E.A., Antonov I.D. Developing GIS portal to ensure sanitary and epidemiological surveillance of transferring radio engineering objects. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(4): 344–350. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-4-344-350>

**For correspondence:** Evgeny V. Zibarev, MD, Ph.D., deputy director for scientific work of the Izmerov Research Institute of Occupational Health, Moscow, 105275, Russian Federation. E-mail: [zibarevevgeny@gmail.com](mailto:zibarevevgeny@gmail.com)

### Information about the authors:

Zibarev E.V., <https://orcid.org/0000-0002-5983-3547>; Afanasev A.S., <https://orcid.org/0000-0002-2259-8918>; Slusareva O.V., <https://orcid.org/0000-0002-5283-0984>

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgment.** The study had no sponsorship.

**Contribution:** Zibarev E.V. – research concept and design, editing; Afanasev A.S. – the collection and processing of the material, writing; Slusareva, O.V. – the collection and processing of the material, statistical processing, writing; Muragimov T.I. – analysis of materials on the relevance of the problem of ensuring electromagnetic safety for the population; Antonov I.D. – development of algorithms of calculation of the size of the SPZ and the era on the basis of new software modules; Stepanets V.A. – analysis of the data obtained using software modules for calculating the size of SPZ and ZOZ; Odoevsky S.M. – formation of General conclusions on the possibility of using software modules in practice; Spirina E.A. – testing the calculation algorithm. Approval of the final version of the manuscript, responsibility for the integrity of all parts of the manuscript – all co-authors.

Received: February 26, 2019

Accepted: July 07, 2019

Published: May 26, 2020

## Введение

На сегодняшний день широкое распространение получило использование различных радиоэлектронных средств, предназначенных для приёма и передачи радиоволн, включающих одно или несколько передающих либо комбинацию передающих и приёмных устройств. Такое распространение радиоэлектронных средств обусловлено необходимостью постоянного увеличения объёмов передаваемой информации и ростом количества пользователей сетей связи.

Основным недостатком таких радиоэлектронных средств является то, что они оказывают неблагоприятное воздействие на биологические объекты [1]. На территории Российской Федерации введены в действие и обязательны к исполнению СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов» и СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи». Вышеуказанные документы устанавливают гигиенические требования к размещению и эксплуатации базовых станций сотовой связи, работающих в диапазоне частот 30 ГГц – 300 ГГц и направлены на предотвращение неблагоприятного воздействия электромагнитных полей, создаваемых объектами радиосвязи, радио-

вещания, телевидения, радиолокации, радиолюбительского диапазона на здоровье человека. Также в рамках санитарных норм и правил установлены предельно допустимые уровни (ПДУ) электромагнитных полей для жилых, сельских, промышленных территорий, а также помещений жилых, общественных и производственных зданий, соответствующие 10 мкВт/см<sup>2</sup>.

В связи с тем, что ПРТО не являются объектами капитального строительства, надзор на всех стадиях осуществляется органами и учреждениями Роспотребнадзора. Размещение оборудования и ввод в эксплуатацию ПРТО осуществляется в два этапа. На этапе размещения ПРТО разрабатывается проект и проводится санитарно-эпидемиологическая экспертиза проектных материалов. При этом основное внимание уделяется расчётам санитарно-защитной зоны и зоны ограничения застройки, размеры которых устанавливаются по принципу соблюдения ПДУ. По результатам экспертизы оформляется санитарно-эпидемиологическое заключение на проектную документацию. На втором этапе после монтажа ПРТО осуществляются контрольные измерения интенсивности электромагнитных излучений (ЭМИ). При соответствии уровней электромагнитных излучений ПДУ, Управлением Роспотребнадзора по субъекту РФ согласовывается ввод в эксплуатацию данного ПРТО.

Динамика ежегодно регистрируемых радиоэлектронных средств, по данным Роскомнадзора, имеет устойчивую положительную тенденцию. По данным Роскомнадзора, средний прирост зарегистрированных радиоэлектронных средств за первые 8 мес 2016 и 2017 гг. составил 0,5 и 4,2% от общего количества [2]. Следует отметить, что, согласно Государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2017 году», количество инструментально обследованных базовых станций сотовой связи в структуре ПРТО составило 94,58% (при 96,2% в 2016 г.), с удельным весом не соответствующих санитарным нормам 0,79% (при 2,2% в 2016 г.).

Все вышеперечисленные факты явились предпосылками для начала пилотного проекта по разработке информационно-аналитического программного продукта по учёту и комплексной оценке источников электромагнитных полей радиочастотного диапазона. В настоящее время создан прототип программного продукта в виде геоинформационного портала, представляющий собой расчётно-аналитический комплекс с поддержкой точной координатной геолокации для каждого внесённого в данную программу объекта, способный реализовать первоочередные цели и задачи по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия при размещении и эксплуатации ПРТО [3].

## Материал и методы

Функционально в прототипе геоинформационного портала реализована возможность проведения расчётов размеров санитарно-защитных зон (СЗЗ) и зон ограничения застройки (ЗОЗ) от ПРТО в режиме реального времени с последующим нанесением результатов в графическом виде на карту и формирование базы данных в табличном виде. Данная функция реализуется за счёт применения действующих нормативно-методических документов по расчётам параметров электромагнитного излучения<sup>1</sup> и оценке уровней на соответствие санитарным нормам<sup>2</sup>. Используя данные

<sup>1</sup> МУК 4.3.1167-02; МУК 4.3.1677-03.

<sup>2</sup> СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03; СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03; СанПиН 2.1.8/2.2.4.2302-07.

расчётов размеров СЗЗ и ЗОЗ, геоинформационный портал позволяет оформить санитарно-эпидемиологические заключения на размещение и эксплуатацию ПРТО.

Непосредственно расчёт размеров СЗЗ и ЗОЗ проводился на одном из множества разработанных программных продуктов, реализующих вышеперечисленные методики, а именно на базе специализированного программного комплекса (ПК) ONEPLAN Sazon, разработкой и активным внедрением которого уже более шестнадцати лет занимается российская компания ООО «ИнфоТел» [1]. Информационно-аналитический программный продукт базируется на утверждённых расчётных методиках, используя общую базу данных о радиоэлектронных средствах, об антеннах и общую картографическую информацию.

Для интеграции ПК ONEPLAN Sazon в геоинформационный портал программистами был внедрён ряд необходимых опций для быстрого проведения расчётов уровней ЭМИ. В настоящее время разработана и внедрена единая форма документа в формате Microsoft Office Excel, в который будет вноситься необходимая информация о технических характеристиках (ТХ) радиоэлектронных средств (РЭС) ПРТО. Предполагается, что данная форма будет утверждена как единая для проектных, экспертных организаций и органов и учреждений Роспотребнадзора. А реализованная на данном этапе автоматическая подгрузка данного файла предоставляет всю необходимую информацию для проведения расчётов размеров СЗЗ и ЗОЗ.

## Результаты

В разработанном нами программном продукте заложен не просто алгоритм расчёта ЭМИ от ПРТО, но и уже на данном этапе внедрены основы функционирования полноценного геоинформационного портала. Разработка предусматривает внедрение и работу геоинформационного портала на федеральном уровне с возможностью межведомственного взаимодействия, в том числе с Роскомнадзором. В качестве данных о месте размещения источников ЭМИ применяются карты Росреестра с возможностью отображения и поиска объектов по географическим координатам. Разработанная система имеет интерфейс для набора данных, позволяющих её синхронизировать с данными радиочастотного

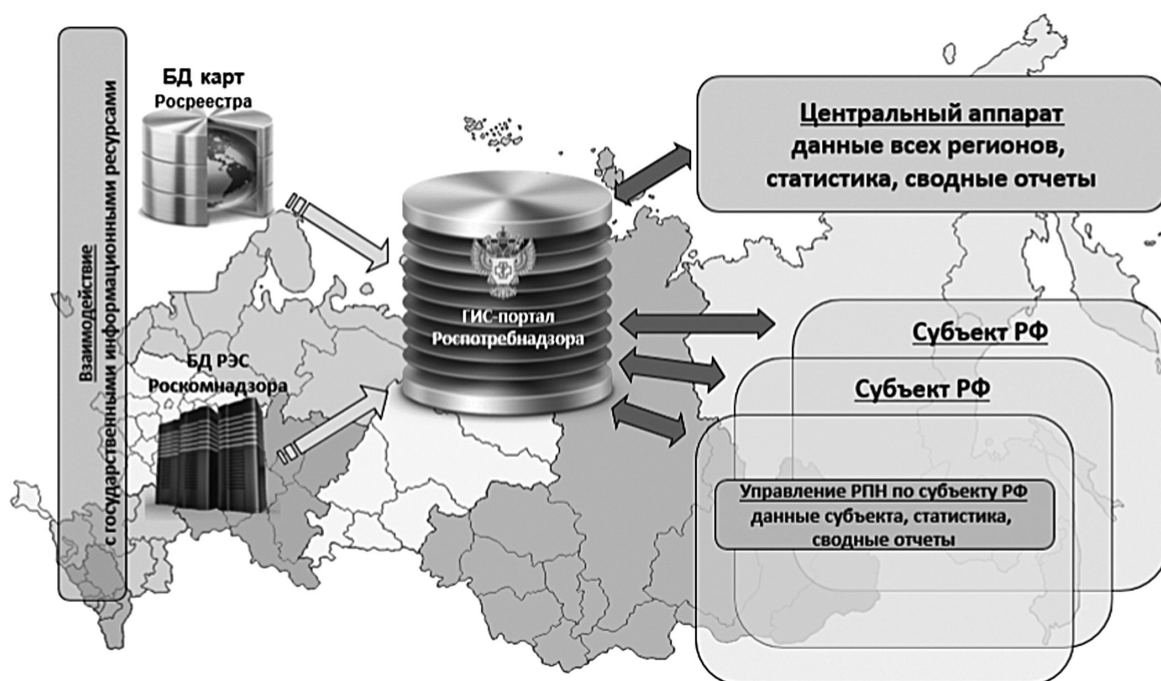


Рис. 1. Модель применения геоинформационного портала на федеральном уровне.





Рис. 2. Интерфейс геоинформационного портала и ввод исходных данных.

центра. Наполнение информации о ПРТО будет осуществляться за счёт данных органов инспекций и Управлений Роспотребнадзора по субъектам РФ (рис. 1). Центральный аппарат Роспотребнадзора и Управления Роспотребнадзора по субъектам РФ будут иметь возможность формировать сводные отчёты и статистику по разным запросам (количество жалоб, уровни ЭМИ, плотность размещения объектов и т. д.). Органы и организации Роспотребнадзора будут владеть действительно актуальной информацией, а процессы сбора, обработки и хранения информации по объектам надзора будут полностью автоматизированы, в связи с чем сократится время рассмотрения поступающих заявлений и обращений.

Архитектура решения геоинформационного портала реализована в виде web-сервиса. Запуск модуля осуществляется вводом в браузере web-адреса. Безопасность обеспечивается наличием у каждого пользователя собственного логина и пароля. Интерфейс обеспечивает отображение объектов учёта в табличном виде и на картографической подложке. Пользователь видит объекты только «своего» региона. Исходные данные формируются посредством загрузки из разработанных унифицированных форматов файлов (файлы подгрузки), ручным вводом информации и синхронизацией с базой данных Роскомнадзора (рис. 2).

На этапе размещения ПРТО для определения уровней ЭМИ и границ СЗЗ и ЗОЗ в геоинформационном портале реализованы следующие функциональные возможности.

*При подготовке исходных данных:*

- ввод, редактирование (настройка) и хранение (в базе данных) технических характеристик (ТХ) радиоэлектронных средств (РЭС) ПРТО, а также выборочный отбор РЭС (для расчёта характеристик различных конфигураций ПРТО);

- импорт диаграмм направленности антенн из файлов \*.msi, \*.adf, \*.csv (ММАНА), \*.xml (ONEPLAN), а также их хранение и редактирование;
- импорт исходных данных из аналогичных программных комплексов, реализующих действующие методы расчёта уровней ЭМИ;
- автоматическая загрузка конфигурации ПРТО из ПК ONEPLAN RPLS;
- подключение цифровых карт местности различных форматов и планов окружающей застройки (с возможностью редактирования);
- создание в проекте и учёт в расчётах дополнительных объектов (строений) с учётом высотности здания.

*При выполнении расчётов и обработке (визуализации) результатов:*

- выполнение расчётов уровня ЭМИ для произвольной конфигурации ПРТО, в том числе нескольких ПРТО сразу (как в одном месте, так и в разных);
- интегральная оценка параметров ЭМИ ПРТО с отображением внешних границ и внутренней структуры зон ограничения в любых горизонтальных и вертикальных плоскостях с выделением контрольных точек;
- отображение рассчитанных зон ограничения на векторной, растровой (включая ситуационный план) или онлайн-картах;
- поддержка различных систем координат (ГСК-2011, СК-42/95, WGS-84);
- построение графиков изменения значений напряжённости поля, плотности потока энергии и коэффициента безопасности в зависимости от дальности, азимута и угла места направления от ПРТО;
- формирование графического и табличного представления СЗЗ и ЗОЗ как в горизонтальном сечении (на заданных высотах), так и в вертикальном (в заданных направлениях).



Рис. 3. Расчёт С33 и З03 выполняется для отдельно взятых ПРТО.

*При формировании отчётов:*

- экспорт результатов расчёта для подготовки документов на получение или выдачу санитарно-эпидемиологического заключения на размещение и эксплуатацию ПРТО;
- использование редактируемых пользователем шаблонов отчётов в форматах MS Word, MS Excel, PDF, RTF;
- включение в отчёт (при необходимости) рассчитанных и построенных таблиц, графиков и карт, отображаемых на экране.

Следует отметить явную новизну и важное преимущество геоинформационного портала, которое заключается в том, что сразу после подгрузки файлов с техническими характеристиками сотрудники Роспотребнадзора получат наглядные результаты расчётов как в текстовой форме, так и на карте с привязкой в основных системах координат (ГСК-2011, СК-42/95, WGS-84). Отображение рассчитанных С33 и З03 визуализируется на векторной, растровой (включая

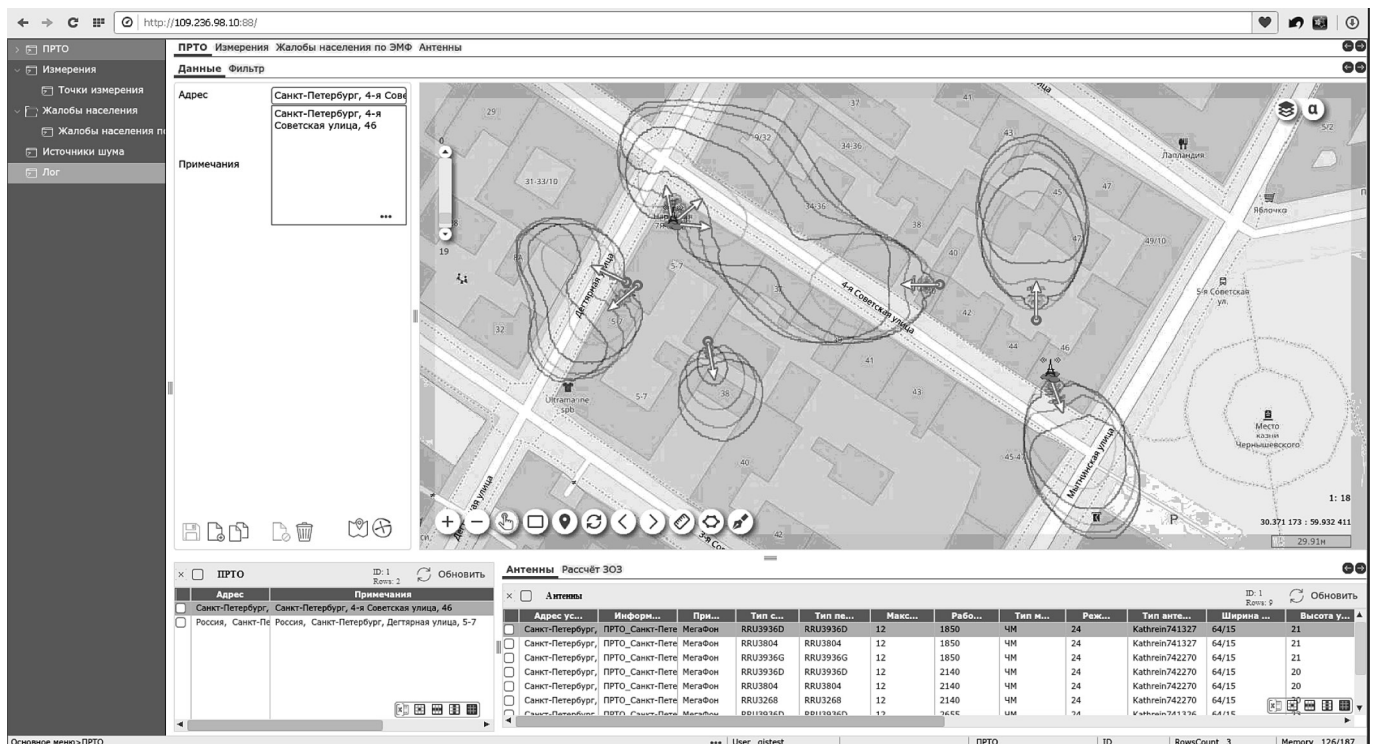


Рис. 4. Расчёт С33 и З03 выполняется суммарно для группы ПРТО.





Рис. 5. Информация о результатах натуральных измерений электромагнитных полей.

ситуационный план) или онлайн-картах с подключением цифровых карт местности различных форматов и планов окружающей застройки. Расчёт может выполняться как от отдельно взятого ПРТО, так и для группы из нескольких ПРТО в целом (рис. 3, 4). Данная опция направлена на возможность выявить вклад каждого оператора (владельца ПРТО) в электромагнитную обстановку для принятия управленческих решений.

В геоинформационной системе разработан отдельный слой на картографической подложке, в котором хранится информация о результатах натуральных измерений электромагнитных полей, проводимых в рамках ввода в эксплуатацию ПРТО или периодического производственного контроля (рис. 5) и жалоб граждан (рис. 6). Данная опция позволит проводить анализ результатов, полученных расчётным путём с результатами натуральных инструментальных измерений,

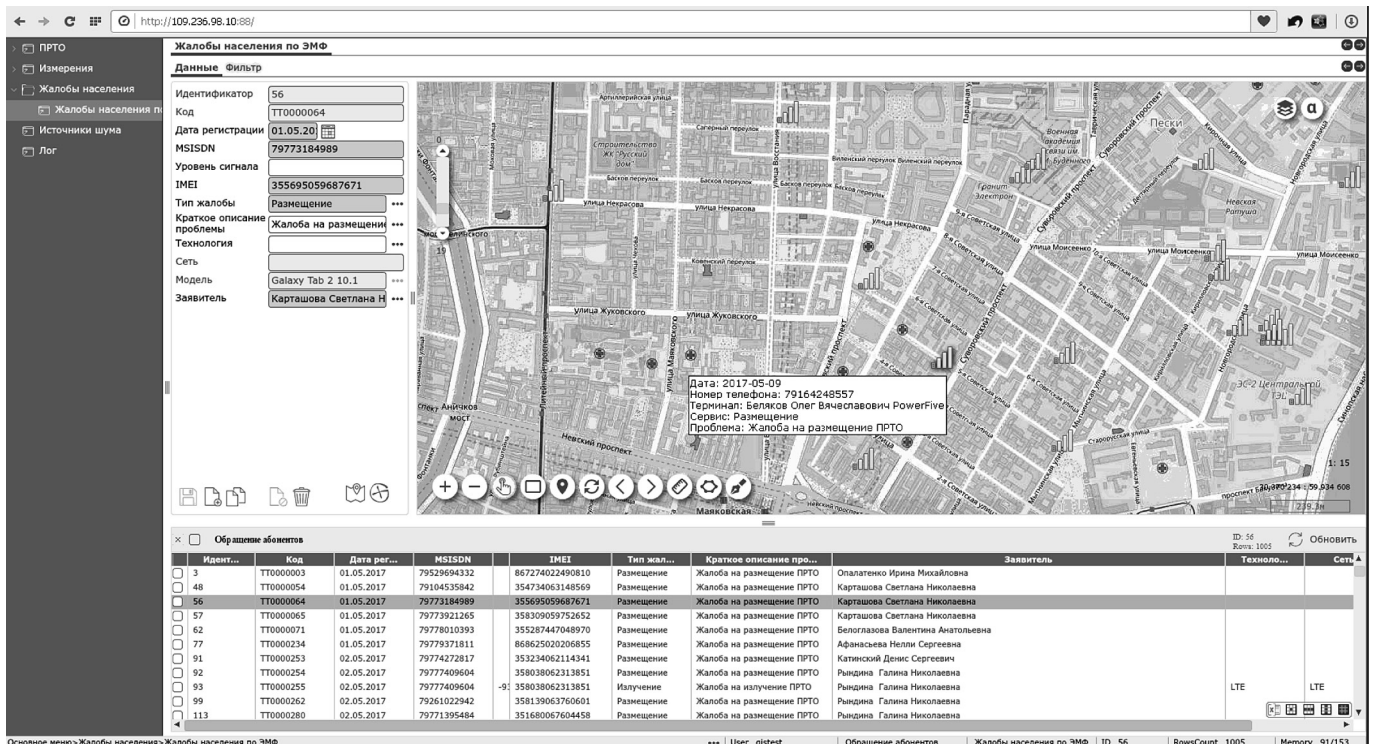


Рис. 6. Информация об обращениях граждан на неблагоприятное воздействие ПРТО.

а также планировать риск-ориентированную надзорную деятельность, основываясь на динамическом наблюдении за электромагнитной обстановкой.

Аналитические функции программного комплекса позволяют проводить формирование и выгрузку результатов расчётов для подготовки документов для выдачи экспертных и санитарно-эпидемиологических заключений на размещение и эксплуатацию ПРТО, что упрощает работу сотрудников органов и организаций Роспотребнадзора. В дальнейшем возможно включение в перечень отчётных форм годовых отчётных форм органов и организаций Роспотребнадзора.

Внедрение геоинформационного портала позволит автоматизировать процессы сбора, обработки, хранения информации в зависимости от объектов учёта и обеспечит актуальной информацией Роспотребнадзор и другие заинтересованные стороны. Также автоматизация информации позволит снизить влияние человеческого фактора при выработке управленческих решений специалистами Роспотребнадзора и сократить время рассмотрения материалов с момента их поступления (заявки, обращении граждан и т. д.) до момента вынесения окончательного решения.

## Обсуждение

Несомненно, внедрение геоинформационного портала, предназначенного для учёта и комплексной оценки источников ЭМИ от ПРТО, в органах и организациях Роспотребнадзора повысит эффективность и достоверность надзора за источниками ЭМИ.

На этапе внедрения данного геоинформационного портала мы предлагаем проведение обучающих семинаров и практических занятий для специалистов Роспотребнадзора, направленных на помощь в настройке и эксплуатации портала, а также на сокращение сроков обучения сотрудников работе в программе и облегчение процесса его внедрения. В ходе разработки прототипа данного продукта был осуществлён анализ использования подобных программных продуктов на территории Российской Федерации и за рубежом, в результате которого было установлено, что данная разработка является эксклюзивной.

## Заключение

Внедрение геоинформационного портала приведёт к следующим положительным эффектам:

1. Полной автоматизации процессов сбора/обработки/хранения информации по объектам надзора.
2. Исключению возможных ошибок на стадии проектирования ПРТО и выявлению недостоверных сведений в части предоставляемых расчётов.
3. Исключению спорных ситуаций при принятии решений на стадиях размещения и ввода в эксплуатацию ПРТО.
4. Реализации динамического контроля за электромагнитной обстановкой при санитарно-эпидемиологическом надзоре и производственном контроле.
5. Сокращению времени рассмотрения поступающих заявок/жалоб/обращений до момента вынесения решения.

## Литература

1. Одоевский С., Степанец В., Зибарев Е., Болкунов А., Зайченко А. Беспроводная связь и принцип «не навреди»: программный комплекс ONEPLAN Sazon. *Первая миля*. 2017; 4: 52–7.
2. Доклад «Общий анализ использования радиочастотного спектра в Российской Федерации в 2017 году». *Материалы XVII Всероссийского форума «Нормативно-правовое регулирование использования радиочастотного спектра и информационно-коммуникационных сетей» (Спектр-2017)*. Сочи; 2017.
3. Зибарев Е.В., Афанасьев А.С. Надзор за источниками электромагнитных полей, создаваемыми системами сотовой телефонной связи с использованием ГИС-технологий. *Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы организации контроля и надзора за физическими факторами»*. Под ред. А.Ю. Поповой. Дашков и К. М., 2017: 126–8.
4. Зибарев Е.В., Слюсарева О.В., Афанасьев А.С. Изменение поведенческих реакций у животных при воздействии электромагнитных полей, излучаемых Wi-Fi-оборудованием. *Медицина труда и промышленная экология*. 2018; 5: 61–4. DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-5-61-64>.
5. *Биофизика для инженеров: учебное пособие в 2 т. Под ред. С.П. Вихрова, В.О. Самойлова*. М.: Горячая линия-Телеком; 2008.
6. Бурлакова Е.Б. Особенности действия сверхмалых доз биологически активных веществ и физических факторов низкой интенсивности. *Российский химический журнал*. 1999; 5: 3–11.
7. Лебедева Н.Н. Физиологические механизмы биологических эффектов низкоинтенсивных электромагнитных волн миллиметрового диапазона. *II Медицинский научный конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине»*. СПб.; 2000: 130.

## References

1. Odoyevskiy S., Stepanets V., Zibarev Ye., Bolkunov A., Zaychenko A. Wireless communication and the principle of “do no harm”: software package ONEPLAN Sazon. *Pervaya milya*. 2017; 4: 52–7. (in Russian)
2. Report “General analysis of the use of radio frequency spectrum in the Russian Federation in 2017”. *Proceedings of the XVII All-Russian forum “Legal regulation of the use of radio frequency spectrum and information and communication networks” (Spectrum-2017)*. *Materialy XVII Vserossiyskogo foruma «Normativno-pravovoye regulirovaniye ispol'zovaniya radiochastotnogo spektra i informatsionno-kommunikatsionnykh setey» (Spektr-2017)*. Sochi; 2017. (in Russian)
3. Zibarev Ye.V., Afanas'yev A.S. Supervision of sources of electromagnetic fields created by cellular telephone systems using GIS technologies. *Materials of the All-Russian scientific-practical conference “Actual issues of the organization of control and supervision of physical factors.”* Ed. A.Yu. Popova. Dashkov and K. Moscow, 2017: 126–8. (in Russian)
4. Zibarev Ye.V., Slyusareva O.V., Afanas'yev A.S. Change of behavioral reactions in animals when exposed to electromagnetic fields emitted by Wi-Fi equipment. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya [Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology]*. 2018; 5: 61–4. DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-5-61-64>. (in Russian)
5. *Biophysics for engineers*. S.P. Vikhrov, O.V. Samoilov, eds. [*Биофизика для инженеров: учебное пособие в 2 т. Под ред. С.П. Вихрова, В.О. Самойлова*]. Moscow; 2008. (in Russian)
6. Burlakova E.B. Features of the action of ultra-low doses of biologically active substances and physical factors of low intensity. *Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal*. 1999; 5: 3–11. (in Russian)
7. Lebedeva N.N. Physiological mechanisms of biological effects of low-intensity electromagnetic waves in the millimeter range. *II Medical Scientific Congress «Weak and superweak fields and radiation in biology and medicine» [II Meditsinskiy nauchnyy kongress “Slabye i sverkhslabye poly i izlucheniya v biologii i meditsine”]*. St. Petersburg; 2000: 130. (in Russian)