

## БЕСПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ И ПРИНЦИП "НЕ НАВРЕДИ": ПК ONEPLAN Sazon

**С.Одоевский**, д.т.н., директор по научно-методическому обеспечению ООО "ИнфоТел",  
**В.Степанец**, к.т.н., генеральный директор ООО "ИнфоТел" / step@rpls.ru,  
**Е.Зибарев**, к.мед.н., руководитель отдела научного обеспечения санитарно-эпидемиологического надзора и экспертиз ФБУН "СЗНЦ гигиены и общественного здоровья",  
**А.Болкунов**, руководитель направления разработки ПО ООО "ИнфоТел",  
**А.Зайченко**, главный программист ООО "ИнфоТел"

УДК 621.396.43, DOI: 10.22184/2070-8963.2017.65.4.52.57

В статье рассматривается программный комплекс ONEPLAN Sazon, предназначенный для определения границ санитарно-защитных зон и зон ограничения застройки от передающих радиотехнических объектов.

Беспроводная связь – удобный оперативный способ передачи информации с помощью электромагнитных волн (ЭМВ). Однако, кроме очевидной и почти мгновенно наблюдаемой пользы (например, в виде услуг беспроводного доступа) ЭМВ могут оказывать негативное воздействие на организм человека, вызывая функциональные (обратимые) и органические (необратимые) изменения.

Исследования механизмов воздействия электромагнитных полей на организм человека продолжают и в настоящее время. Многочисленные научные работы, проведенные в конце 20 века, установили некоторые особенности воздействия электромагнитных излучений (ЭМИ) на организм человека:

- даже при высоких уровнях ЭМИ у человека отсутствуют какие-либо объективные ощущения – болевые, зрительные или другие – вследствие отсутствия органов чувств, способных воспринимать ЭМИ;
- обладают проникающим действием на живые объекты;

- наблюдается неравномерное поглощение энергии гетерогенными структурами с образованием "горячих пятен", "точек" с микронагревом;
- отмечается длительное последствие;
- выявляется кумуляция биологических эффектов и дезадаптирующее действие.

Известно [1], что ЭМВ высоких и очень высоких частот обладают большим негативным воздействием, чем низкочастотные. Экспериментально определено, что ЭМВ миллиметрового частотного диапазона почти полностью поглощаются кожей и воздействуют на ее рецепторы, а сантиметровые и дециметровые волны незначительно поглощаются кожей и, проникая глубже, могут воздействовать непосредственно на клетки внутренних органов и тканей.

Очевидно при использовании ЭМВ, в частности, для беспроводной связи необходимо учитывать последствия их воздействия, помня главный принцип медицинских работников: помощи, но не навреди.

В настоящее время на основании результатов специальных исследований разработаны санитарно-эпидемиологические правила и нормативы, закрепленные в соответствующих руководящих документах, которые требуется соблюдать при размещении и эксплуатации передающих радиотехнических объектов (ПРТО), работающих в диапазоне частот 30 кГц – 300 ГГц [2-4]. Данные санитарные правила направлены на предотвращение неблагоприятного влияния на здоровье человека электромагнитных полей радиочастотного диапазона (ЭМП РЧ), создаваемых ПРТО радиосвязи, базовыми станциями сотовой связи, радиовещания, телевидения, радиолокации и др.

Оборудование ПРТО не должно создавать на рабочих местах персонала, в местах массового отдыха, внутри жилых, общественных и производственных помещений электромагнитных полей, превышающих предельно допустимые уровни (ПДУ), указанные в нормативах [2-4]. Для обеспечения указанного требования перед началом эксплуатации такого оборудования необходимо получить санитарно-эпидемиологическое заключение Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека о соответствии ПРТО санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам [5].

Для ПРТО устанавливаются санитарно-защитные зоны (СЗЗ) и зоны ограничения застройки (ЗОЗ). Границы СЗЗ определяются на высоте 2 м от поверхности земли при превышении ПДУ. Границы ЗОЗ определяются на высоте от поверхности земли более 2 м – там, где уровни ЭМП превышают ПДУ. В границах СЗЗ и ЗОЗ не могут находиться временные или постоянные места пребывания населения.

Для контроля уровней ЭМП, создаваемых ПРТО, определения СЗЗ и ЗОЗ используются расчетные и инструментальные методы [6-8]. Очевидно, что инструментальные методы измерений уровней ЭМП являются более точными и объективными, но они возможны только после того, как оборудование ПРТО уже развернуто и включено, причем на максимальную мощность. При этом в случае обнаружения нарушений санитарных норм могут потребоваться дорогостоящие изменения в размещении и/или режимах работы ПРТО, что, в свою очередь, может повлиять на результаты применения данного оборудования по основному назначению, например, для беспроводной связи в заданном месте и с заданным качеством.

Для снижения риска указанных выше издержек на этапе инструментального контроля особую важность приобретает предварительный контроль расчетными методами. Данные методы регламентированы в отмеченных выше документах [6-8], но их реализация в полном объеме и в ограниченные сроки практически невозможна (из-за трудоемкости) без специализированных программных средств. Одним из таких средств является специализированный программный комплекс (ПК) ONEPLAN Sazon из состава многофункционального ПК ONEPLAN RPLS (ONEGA), разработкой и активным внедрением которого уже более шестнадцати лет занимается российская компания "ИнфоТел".

Состав и основные характеристики ПК ONEPLAN RPLS уже не раз рассматривались в журнале "ПЕРВАЯ МИЛЯ". Наиболее полный обзор функциональных возможностей ПК представлен в [9]. В целом ONEPLAN RPLS предназначен для планирования (проектирования) и оптимизации сетей подвижной и фиксированной радиосвязи, включая транспортные сети и сети доступа. При этом наряду с решением задач обеспечения качества связи в условиях воздействия внешней среды отдельные модули ПК позволяют решать задачи учета и обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) с различными внутренними и внешними источниками электромагнитных излучений (ЭМИ). В частности, подобные модули используются в составе специализированного ПК ONEPLAN RPLS-DB Link [10], позволяющего при проектировании РРЛ учитывать взаимные помехи как в дальней, так и в ближней зоне – в местах скопления большого количества различных источников ЭМИ.

Имеющийся опыт программной реализации указанных выше расчетов позволил дополнить общий ПК ONEPLAN RPLS специализированным ПК – ONEPLAN Sazon, предназначенным для определения границ санитарно-защитных зон и зон ограничения застройки вокруг скоплений ПРТО – источников ЭМИ. При этом ПК ONEPLAN Sazon может применяться как автономно, так и в составе общего ПК ONEPLAN RPLS, используя общие базы данных о радиоэлектронных средствах, об антеннах и картографическую информацию.

ПК ONEPLAN Sazon имеет сертификат соответствия требованиям руководящих документов, регламентирующих

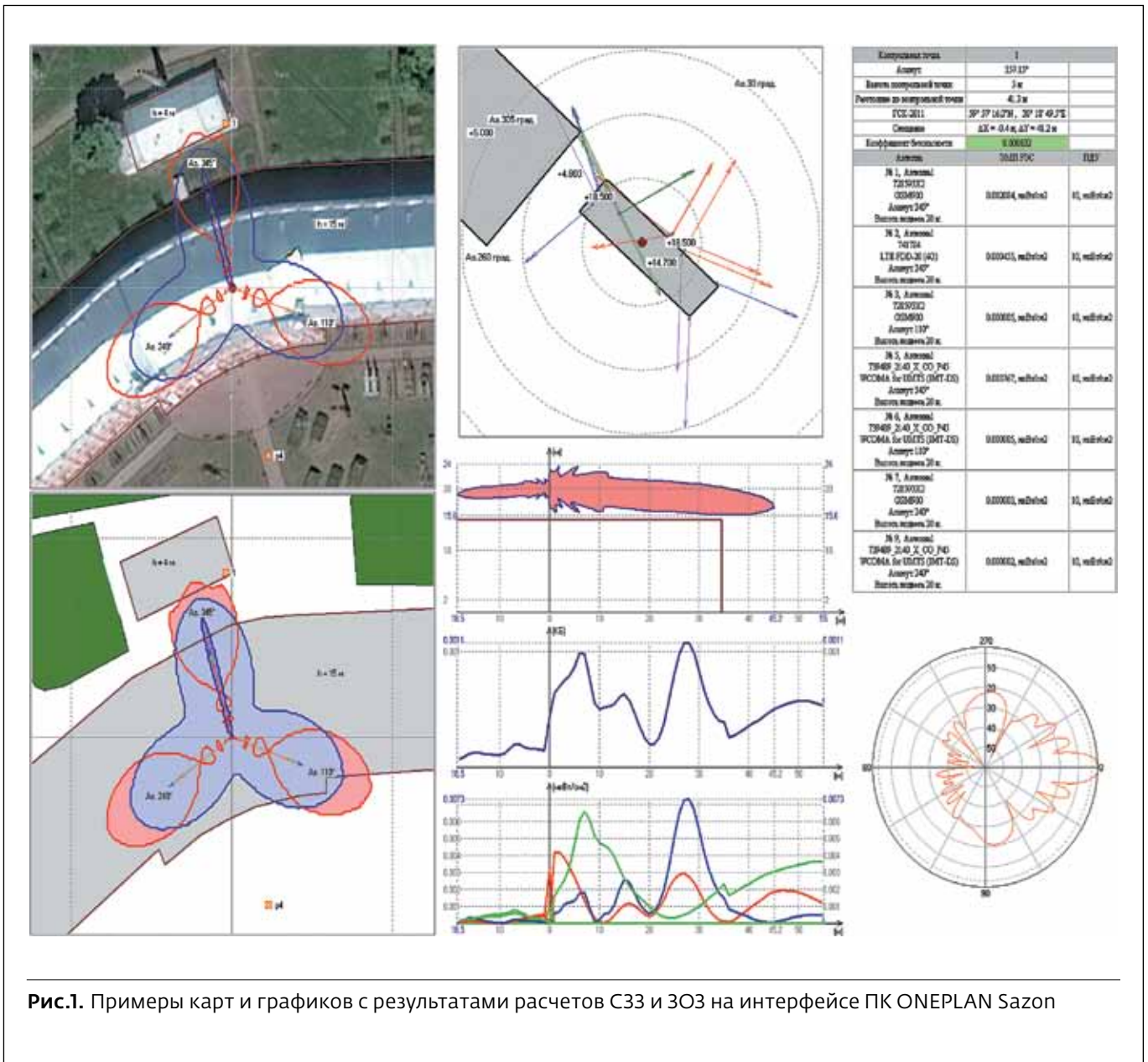


Рис.1. Примеры карт и графиков с результатами расчетов СЗЗ и ЗОЗ на интерфейсе ПК ONEPLAN Sazon

порядок расчета нормируемых параметров электромагнитного поля (МУК 4.3.1167-02, МУК 4.3.1677-03), сравнения с санитарными нормами (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) и оформления санитарно-эпидемиологических заключений на размещение и эксплуатацию ПРТО (МУ 4.3.2320-08).

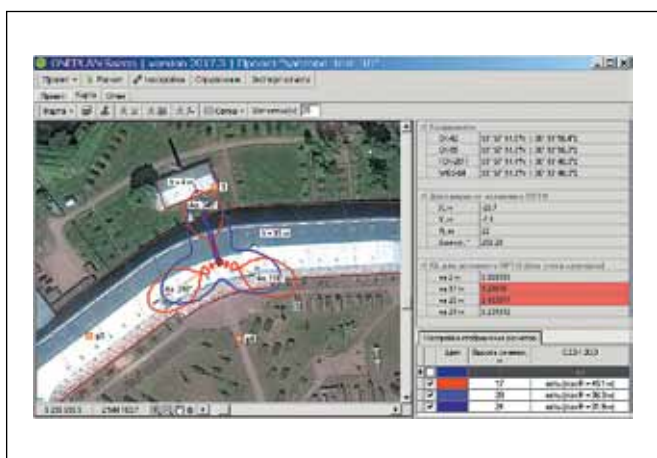
Для решения задач прогнозирования нормируемых параметров ЭМИ и определением границ СЗЗ и ЗОЗ ПК ONEPLAN Sazon предоставляет следующие функциональные возможности.

При подготовке исходных данных:

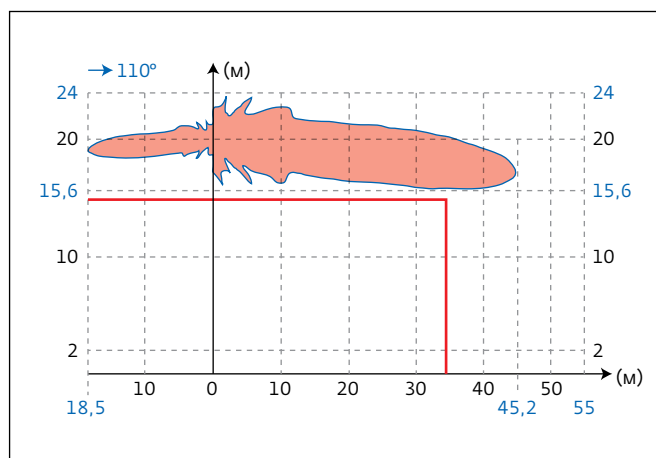
- ввод, редактирование (настройка) и хранение (в базе данных) технических характеристик

(ТХ) радиоэлектронных средств (РЭС) ПРТО, а также выборочный отбор РЭС (для расчета характеристик различных конфигураций ПРТО);

- импорт диаграмм направленности антенн из файлов \*.msi, \*.adf, \*.csv (MMANA), \*.xml (ONEPLAN), а также их хранение и редактирование;
- импорт проектов из аналогичных программных комплексов;
- автоматическая загрузка конфигурации ПРТО из ПК ONEPLAN RPLS;
- подключение цифровых карт местности различных форматов и планов окружающей застройки (с возможностью редактирования);



**Рис.2.** Пример отображения карт и таблиц с результатами расчетов СЗЗ/ЗОЗ и коэффициента безопасности на разных высотах



**Рис.3.** Пример отображения вертикального сечения биологически опасной области вдоль азимутов антенн

- создание в проекте и учет в расчетах дополнительных объектов (строений).  
При выполнении расчетов и обработке (визуализации) результатов;
- выполнение расчетов 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;
- использование в расчетах предельно-допустимого уровня излучения (норм) по СанПиН

- с возможностью редактирования пользователем;
- 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 напряженности поля, плотности потока энергии и коэффициента безопасности в зависимости от дальности, азимута и угла места направления от ПРТО;
- формирование графического и табличного представления зон ограничения как в горизонтальном сечении (на заданных высотах),





так и в вертикальном (в заданных направлениях).

При формировании отчетов:

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

В качестве иллюстрации к последнему пункту перечисленных функциональных возможностей на рис.1 приведены фрагменты изображений карт и графиков, отображаемых на интерфейсе программы при расчете СЗЗ и ЗОЗ.

На рис.2 представлен пример интерфейса программы при графическом и табличном отображении результатов расчета СЗЗ/ЗОЗ и коэффициента безопасности (КБ) для текущей точки карты (под курсором мыши) на разных высотах.

На рис.3 показан пример рассчитанного вертикального сечения биологически опасной области вдоль азимутов антенн. На графике может содержаться внешняя граница области, для которой  $КБ > 1$ , и внутренняя структура зоны

в соответствии с установленными опциями и выбранными параметрами.

На рис.4 изображен пример рассчитанной графической зависимости коэффициента безопасности (суммарной нормированной интенсивности воздействий) на высоте 2 м от расстояния до источника излучения.

К преимуществам использования ПК ONEPLAN Sazon, по сравнению с другими программными комплексами, можно отнести удобную настраиваемую среду, позволяющую решать как простые типовые, так и сложные задачи. Простые решаются по заранее подготовленным шаблонам с минимумом диалоговых операций ввода-вывода данных. При решении сложных и уникальных задач доступен многофункциональный инструмент для подробного учета нетиповых условий распространения радиоволн вокруг ПРТО. Предусмотрено моделирование особых геометрических форм и материалов окружающих объектов, а также особенностей отдельных излучающих средств, в том числе из-за особой конструкции антенн и нестандартных режимов работы. Отдельно стоит отметить время решения расчетных задач – оно в несколько раз меньше, чем у аналогичных программных продуктов за счет использования эффективных расчетных алгоритмов и всех доступных вычислительных ресурсов современного аппаратного обеспечения.

Как известно, несоблюдение санитарных норм при расчетах СЗЗ и ЗОЗ не позволяет размещать и эксплуатировать ПРТО в условиях сложившейся градостроительной ситуации. С другой стороны, соблюдение санитарных норм, как и требований к электромагнитной совместимости, может противоречить или ограничивать возможности выполнения задач ПРТО по своему основному предназначению (радиосвязи, радиолокации и др.). При этом одним из достоинств специализированного ПК ONEPLAN Sazon, входящего в состав многофункционального ПК ONEPLAN RPLS (ONEGA), является возможность прогнозирования влияния рассчитанных параметров ЭМИ как на выполнение санитарных норм и требований к электромагнитной совместимости (как правило, в ближней зоне), так и на выполнение требований по основному предназначению ПРТО (как правило, в дальней зоне).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программный комплекс ONEPLAN Sazon предоставляет удобную и комфортную среду для

решения непростых задач прогнозирования уровней ЭМИ, расчета СЗЗ и ЗОЗ, а также оформления документов, необходимых для выдачи санитарно-эпидемиологических заключений на передающие радиотехнические объекты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Титова Л.К.** Электромагнитное излучение – вред или польза. Дайджест. Е.: УГЛУТУ, 2014. ([http://lib.usfeu.ru/downloads/el-mag\\_izl.pdf](http://lib.usfeu.ru/downloads/el-mag_izl.pdf)).
2. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 "Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов" (30 кГц – 300 ГГц).
3. СанПиН 2.1.8/2.2.4.2302-07 "Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов. Изменения № 1 к СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03".
4. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 "Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи".
5. МУ 4.3.2320-08 "Порядок подготовки и оформления санитарно-эпидемиологических заключений на передающие радиотехнические объекты".
6. МУК 4.3.044-96 "Определение уровней электромагнитного поля, границ санитарно-защитной зоны и зон ограничения застройки в местах размещения передающих средств радиовещания и радиосвязи кило-, гекто- и декаметрового диапазонов".
7. МУК 4.3.1167-02 "Определение плотности потока энергии электромагнитного поля в местах размещения радиосредств, работающих в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц".
8. МУК 4.3 1677-03 "Определение уровней электромагнитного поля, создаваемого излучающими техническими средствами телевидения, ЧМ радиовещания и базовых станций сухопутной подвижной радиосвязи".
9. **Одоевский С., Степанец В.** Планировать беспроводную связь с комфортом: программный комплекс ONEPLAN RPLS (ONEGA) // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2013. № 2. С. 34–39.
10. **Одоевский С., Степанец В.** Проектирование РРЛ: программный комплекс ONEPLAN RPLS // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2016. № 8. С. 18–23.