

## ЧАСТОТНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ эпохи IoT

С. Попов

DOI: 10.22184/2070-8963.2017.66.5.42.46

Наиболее часто упоминаемой темой на XIV ежегодном семинаре "ОНЕПЛАН-2017. Сети связи, доступа и вещания. Актуальные вопросы технологического развития", состоявшегося в северной столице 28 июня, стал Интернет вещей (IoT).

Семинар был организован компанией "ИнфоТел" (Санкт-Петербург), специализирующейся на программных решениях для планирования и оптимизации сетей связи, беспроводного ШПД и вещания, традиционно вместе с отделением ИТТ Российской академии естественных наук (РАЕН). Вот уже седьмой год подряд это событие проходит в конференц-зале гостиницы "Смольнинская" (что расположилась напротив пропилеев Смольного) и постоянно собирает для получения и обмена информацией о новейших технологиях представителей операторов связи, различных силовых структур, радиочастотных центров, проектных, научно-исследовательских и образовательных организаций, системных интеграторов и производителей оборудования. Девиз "ИнфоТел" – "Интеллект. Опыт. Результат" – вполне

отражает высокий научно-практический уровень семинара. Наполнение его разительно отличается от распространенного шаблона тех многочисленных партнерских конференций, единственная задача которых – познакомить дистрибьюторов и пользователей с изменениями в продуктовой линейке и ценовой политике компании. И неподдельный интерес участников семинара практически ко всем пунктам программы в очередной раз подтвердил правильность подхода организаторов.

Открывая семинар, генеральный директор ООО "ИнфоТел" кандидат технических наук Валерий Степанец подчеркнул, что важными отличительными особенностями "ОНЕПЛАН-2017" стали более тесное взаимодействие с партнерами в разработке совместных решений, представление новых модулей



технологической платформы ONEPLAN и хода процесса интеграции разработок "ИнфоТел" в единую информационно-расчетную систему (ЕИРС) поддержки принятия решений. Он напомнил, что на семинарах компании не принято утомлять участников рассказами об интерфейсе ПО – основное внимание уделяется решаемым программными продуктами задачам, особенностям лежащих в их основе научно-методических подходов и конкретным примерам из практики.

По сложившейся хорошей традиции первым в программе был доклад одного из виднейших отечественных специалистов в сфере беспроводных технологий – доктора экономических наук, профессора Валерия Тихвинского, заместителя гендиректора Национального исследовательского института технологий и связи (НИИТС) по инновационным технологиям, председателя отделения ИТТ и члена президиума РАЕН. В этот раз он был озглавлен "Особенности частотно-территориального планирования сетей LTE при использовании устройств NB-IoT для сетей Интернета вещей".

Надо подчеркнуть, что содержание доклада не ограничилось обозначенной темой. Красной нитью через выступление известного ученого проходила оценка влияния многих новых технологий на частотно-территориальное планирование сетей связи. Необходимо отметить и большое внимание, уделенное докладчиком на разъяснение роли IoT в цифровой экономике, да и самого последнего понятия.

Как подчеркнул В.Тихвинский, сегодня IoT становится главным драйвером развития технологий доступа для цифровой экономики. Отметив имеющуюся путаницу в формулировках докладчик призвал опираться на определение Интернета вещей, сформулированное в 2012 году МСЭ: "Глобальная инфраструктура информационного общества, обеспечивающая инновационные услуги с помощью организации связи между вещами (физическими или виртуальными) на основе существующих и развивающихся совместимых информационных и коммуникационных технологий". Данное понятие шире, чем введенная ранее концепция взаимодействия "машина – машина" (M2M). При этом он подчеркнул, что поскольку базовой сетью для IoT является интернет, то на первый план выходит проблема безопасности.

В связи с появлением Индустрии 4.0 операторы связи вынуждены переходить от контентных услуг к услугам управления и контроля. По мнению докладчика, до 80% их доходов будут сосредоточены в секторе Промышленного Интернета вещей.



Вел семинар генеральный директор ООО "ИнфоТел" Валерий Степанец

В.Тихвинский подробно рассказал о стандартизации IoT (с его статьей на эту тему можно ознакомиться в журнале "ПЕРВАЯ МИЛЯ", 2017, №2, с. 26–32). Он подчеркнул, что в этих стандартах введен ряд ограничений, которые отразились на функциональных характеристиках соответствующих сетей связи и особенностях их частотно-территориального планирования. Особое внимание было уделено стандартизации технологии NB-IoT, которая стала прямым и серьезным конкурентом узкополосным технологиям радиодоступа (LPWAN) в нелицензируемых диапазонах частот. Стандартизация NB-IoT завершена с публикацией Релиза 13 3GPP в 2016 году.

Докладчик сформулировал основные ограничения рассматриваемой технологии, влияющие на планирование сетей LTE. Наиболее критичным из них для проектантов является непривычная ширина частотного канала – всего лишь 180 кГц. Среди прочих ограничений NB-IoT были отмечены:

- наличие трех сценариев использования радиочастотного спектра (автономный – Stand-alone (он входит в противоречие с действующей в России нормативной правовой базой), с защитной



Профессор Валерий Тихвинский

полосой – Guard band, сценарий совмещенной работы – In-band);

- отсутствие хендовера (следовательно, мобильность датчика исключена);
- отсутствие функции Inter RAT (невозможность совмещения в одном устройстве нескольких технологий);
- отсутствие GBR QoS классов (классов качества с гарантированной скоростью передачи данных).

При выборе автономного сценария использования спектра планировщику необходимо обеспечить частотный разнос NB-IoT с GSM не менее 100 кГц, а с UMTS или LTE – 200 кГц.

В связи с тем, что NB-IoT не гарантируют передачу данных с заданными параметрами для услуг в сети LTE, эта технология не подходит для Промышленного Интернета, беспилотных летательных аппаратов, медицинских операционных роботов и т.д. Единственной технологией в сетях LTE, поддерживающей классы качества с GBR для услуг IoT, является технология LTE-M, которая пригодна для оказания услуг с критическими уровнями требований по приоритетам, надежности и задержке.

Докладчик также обратил внимание, что при внедрении NB-IoT в России могут возникнуть проблемы

с применением принципа технологической нейтральности.

В завершение В.Тихвинский привел примеры первых масштабных использований рассматриваемой технологии операторами связи.

В заключение докладчик подчеркнул, что разработчики NB-IoT ставили перед собой задачу успешной конкуренции с узкополосными радиотехнологиями LPWAN с низкой мощностью излучения, расширенной зоной действия и низким энергопотреблением. Поэтому принятые технические решения ведут к тому, что использование технологии NB-IoT из-за ограничений в качестве услуг будет носить нишевой характер и использоваться для некритичных к задержкам приложений Интернета вещей. Впрочем, потенциальное количество устройств, которые могут быть подключены к Сети таким способом, намного превышает объем всех ныне используемых СИМ-карт.

Блок докладов, посвященных разработкам и методикам "ИнфоТел", открыло выступление В.Степанца "Поддержка принятия решений при планировании и эксплуатации сетей связи, доступа и вещания на основе технологической платформы ONEPLAN. Назначение, решаемые задачи и состав ПО". Он отметил, что назначение ЕИРС – поддержка принятия своевременных технически и финансово обоснованных решений по развитию, модернизации и оптимизации телекоммуникационных сетей на основе моделирования в среде упомянутой платформы и взаимодействия с внешними базами данных и системами.

Докладчик сформулировал основные конкурентные преимущества решений "ИнфоТел", объединенных под брендом ONEPLAN. Они базируются на многолетнем опыте работы (компания была зарегистрирована 16 лет назад) и обеспечиваются следующими отличительными особенностями разработок:

- применение проверенных на практике методик и моделей расчета, способов хранения, обработки и отображения данных;
- интеграция автономных программных модулей ONEPLAN в единую систему – ЕИРС;
- автоматизация взаимодействия с внешними системами и решения последовательности взаимосвязанных задач;
- использование аппарата многокритериального анализа и выбора с целью подготовки обоснованных решений.

Докладчик кратко охарактеризовал состав ЕИРС ONEPLAN, пояснил алгоритм принятия решений с использованием этой системы, сделал обзоры

ключевых программных модулей, выделив новое в их составе.

Как отметил В.Степанец, за истекший год в портфеле "ИнфоТел" появился новый модуль, относящийся к транспортным сетям, – "Расчет показателей структурной надежности сетей связи" – НСС. Он автоматизирует расчет параметров надежности в соответствии с требованиями приказа Мининформсвязи РФ от 27 сентября 2007 года №113. Данный модуль пока является самостоятельным, но будет интегрирован в RPLS-DB TE.

Что касается технологий, то появился блок Интернета вещей. Он уже опробован на практике. При его внедрении не потребовалось изменять алгоритмы расчета.

Докладчик подчеркнул, что во всех продуктах компании обеспечена полноценная поддержка системы координат ГСК-2011, которая согласно решению ГКРЧ стала обязательной с 1 января 2017 года.

Очередным усовершенствованием ONEPLAN по радиочастотному планированию стало снятие ограничений на размеры географических районов, что является актуальным для территории России.

В заключение В.Степанец подчеркнул гибкость описываемой системы и рассказал о различных вариантах работы ONEPLAN в сети, позволяющих оптимально подстраиваться под бизнес-логику. Согласно первому из них сетевой ключ размещается на центральном сервере, а программный продукт и базы данных (БД) размещаются на локальных ПК. Второй вариант предусматривает размещение сетевого ключа и БД на центральном сервере. Как экономичное и набирающее популярность решение докладчик охарактеризовал вариант терминального доступа пользователей к серверу или серверам, на которых размещены и БД и приложения.

Концепцию объемной карты для планирования сетей IoT представил эксперт "ИнфоТел" Евгений Зайчик. Он рассказал, что объемная тематическая карта (ОТК) является логическим обобщением используемых конфигураций пространств оценки качества функционирования пространственно-распределенных систем, в том числе сетей связи. ОТК предоставляет возможность адекватной оценки окружающей среды и распределения нагрузки в сетях IoT с целью их рационального планирования и развития инфраструктуры сетей.

ОТК целесообразно использовать в ГИС операторов для создания цифровых моделей пространства функционирования сети. Объемная карта позволяет формировать цифровые модели различных объектов и систем, эффективность которых зависит от пространственных параметров.

Обзор новых возможностей и новых модулей линейки программных продуктов ONEPLAN общего назначения и для силовых структур сделал руководитель направления разработки ПО Александр Болкунов. Сделано немало. В частности, продукты "ИнфоТел" отражают развитие технологий семейства LTE, включая MIMO и расчет многодиапазонных сетей 450/900/1800/2600 МГц. Внедрен сервис онлайн-карт, который как коммерческий продукт уже включен в расчет РРЛ, а в ближайшие месяцы распространится на все продукты компании. Модуль трафик-инжиниринга (TE) серьезно усовершенствован в тесном взаимодействии со специалистами одного из заказчиков. Наиболее важным новшеством стал менеджмент IP-адресов. В области картографии докладчик особо выделил решения по работе с форматом "Панорама".

Директор по научно-методическому обеспечению доктор технических наук, профессор Сергей Одоевский в своем первом докладе изложил методические основы планирования сетей общего пользования LTE/UMTS/GSM и IoT/M2M, а также сетей профессиональной радиосвязи TETRA и McWiLL. Стоит обратить внимание, что проприетарный стандарт McWiLL только начал внедряться в России, но программные продукты "ИнфоТел" уже готовы к планированию таких сетей. Как отметил докладчик, данный стандарт использует: CS-OFDMA (ортогональный многостанционный доступ с частотным разделением каналов OFDM и переменным коэффициентом расширения CDMA в частотной области), адаптивную модуляцию, динамическое предоставление каналов, "мягкий" хендовер SHO, SDMA (многостанционный доступ с пространственным разделением каналов), MIMO.

Большое внимание докладчик уделил вспомогательным технологиям на пути к 5G, в частности, многоскачковым беспроводным сетям.

Во втором своем докладе С.Одоевский представил методические основы планирования цифровых РРЛ и характеристик транспортных сетей связи.

Традиционно большое внимание на семинаре было уделено решению практических задач по планированию различных видов сетей связи. Их представили А.Болкунов, главный программист Андрей Зайченко и ведущий программист Алексей Азаренко. В частности, А.Болкунов в качестве важного конкурентного преимущества "ИнфоТел" выделил использование моделей, хорошо откалиброванных реальными измерениями на местности, и привел ряд подтверждающих это утверждение примеров.



Профессор Сергей Одоевский

Детальнее об актуальности упомянутого выше нового программного модуля НСС и его функционале рассказал программист Илья Антонов.

За последний год серьезные усовершенствования внесены в модуль безопасности по электромагнитному фактору – ONEPLAN SAZON. О них рассказал А.Зайченко. Подробнее об этом весьма актуальном сегодня решении можно прочитать в статье специалистов "ИнфоТел" в журнале "ПЕРВАЯ МИЛЯ", 2017, № 4, с. 52–57.

Вопрос повестки дня "Поддержка эксплуатации, сокращение расходов и обоснование направлений развития с помощью ONEPLAN RPLS-DB TE" был раскрыт особенно интересно – в совместном выступлении представителя "ИнфоТел" А.Зайченко и эксперта одной из компаний-заказчиков – МТС – Алексея Николаева (автора книги "Мобильная связь на пути к 6G"). Представленный программный продукт предназначен для хранения и обработки информации о сервисах с коммутацией пакетов и каналов, ресурсов пропускной способности, утилизации емкости транспортной сети. А.Зайченко подчеркнул, что этот инструмент позволяет моделировать увеличение трафиковой нагрузки, обнаруживая потенциальные узкие места.

А.Николаев, эксперт департамента эксплуатации сети филиала ПАО МТС в г. Санкт-Петербурге, специализируется на трафик-инжиниринге. В начале своего выступления он рассказал о непростой ситуации с контролем сетевых ресурсов, с которой сталкиваются операторы связи до внедрения продукта

RPLS-DB TE. Зачастую она оставляет желать лучшего: из-за специфики ручной работы до 30% ресурсов сети (емкостей маршрутов и портов) "теряются", непропорционально велики затраты рабочего времени инженеров, особенно связанные с рутинными операциями. Это сказывается, в частности, на скорости устранения аварий.

К решению этой проблемы несколько лет назад МТС привлек "ИнфоТел", при этом специалисты оператора активно участвовали в тестировании продукта на опытной зоне. Программистами поставщика в том числе был организован импорт нескольких баз заказчика в единую. Как отметил А.Николаев, в результате внедрения рассматриваемого продукта число выявляемых за год ошибок уменьшилось с примерно 1000 до 30, на прокладку виртуального маршрута на большие расстояния стало уходить от 2 до 15 мин вместо прежних 60–180. Данный проект стал номинантом корпоративных программ признания МТС и занял на одной из них второе место. По мнению эксперта, аналогичных решений сегодня нет не только в России, но и в Европе.

Программные продукты – не единственное направление деятельности "ИнфоТел". В выступлении старшего инженера службы поддержки Виктора Тучина были представлены расчетно-аналитические услуги: расчеты зон обслуживания станций Wi-Fi, технологической связи стандарта DMR, радиорелейных интервалов, симметричного спутникового интернета и др.

Вряд ли надо объяснять важность картографического обеспечения для планирования сетей радиосвязи. Поэтому большой интерес вызвал доклад "главного картографа" "ИнфоТел" – руководителя направления инфо- и картообеспечения Алены Спириной.

Тематика семинара была расширена докладами экспертов компаний-партнеров. Так, Институт проблем транспорта им. Н.С.Соломенко РАН представил доклад доктора технических наук Владимира Комашинского о проблемах построения и проектирования интеллектуальной мультимодальной транспортной системы. В нем в очередной раз было констатировано, что современный транспорт невозможен без информационно-телекоммуникационных технологий. Представлены на семинаре были также решения компаний "РТК-Технологии" – инженерные системы и КБ МКС – система поддержки технологической деятельности телекоммуникационных предприятий на основе геоинформационных технологий. С последней компанией "ИнфоТел" планирует создать совместный продукт для операторов связи. ■