

Разработка аппаратно-программного комплекса для мониторинга радиационной безопасности на основе беспроводных распределенных сенсорных сетей

Актуальность

Проблемы безопасности в атомной энергетике являлись актуальными всегда. Являются таковыми они и сейчас. Электроэнергия, сгенерированная на атомных станциях, все больше и больше применяется в промышленности. Вместе с тем развитие атомной энергетике несет в себе как и положительные стороны, так и сопровождается отрицательными моментами. Для снижения вероятности возникновения аварийных ситуаций на радиационно-опасных объектах и других радиационных предприятиях необходимо выполнять постоянный мониторинг радиационной обстановки. В настоящее время эта задача решается использованием АСКРО. Для экологического контроля ситуации на объекте важны такие параметры, как оперативность, надежность, стабильность. Такой контроль в системе АСКРО традиционно решается сбором данных от детекторов ионизирующего излучения по проводам. В настоящем проекте предполагается разработать аппаратно-программный комплекс мониторинга уровня радиации на опасных объектах на основе самоорганизующихся беспроводных распределенных сенсорных сетей (РСС). Элементы РСС в силу того, что они мобильные и беспроводные, позволяют экономить время при их монтаже, также экономить стоимость инсталляции. Одновременно с этим они позволяют регистрировать параметры за предопределенную дискрету времени. Построенная РСС позволяет вести мониторинг в реальном времени, при возникновении опасной ситуации или её предшествовании оператор мгновенно получает информацию об изменении ситуации. Все снятые из беспроводной сети данные поступают на сервер, обрабатываются, хранятся в базе данных, которая через Интернет или соединения по оптоволоконным линиям связи (ВОЛС) доступна к визуализации. Удобное и быстрое построение различных графиков (в зависимости от задачи) позволяет оценивать ситуацию оперативнее, а также изучать зависимости изменения уровня радиации от обстановки на объекте, изучать распространение сигнала в радиационной обстановке, давать оценку величины ионизирующего излучения как вредного фактора воздействия на отдельных людей и объекты окружающей среды в регионе, разрабатывать способы прогнозирования радиационной обстановки.



Иллюстрация 1: Реактор BOR-60

Цель

В рамках данного проекта предполагается разработать новую методику сбора данных о состоянии радиационно-опасных объектов на основе беспроводных распределенных сенсорных сетей (РСС), организованных в гетерогенную структуру, в условиях близости ядерно-опасных объектов. Вся сеть для достижения поставленной задачи по сбору и передаче данных должна функционировать в автономном беспроводном режиме в течение долгого времени, ограниченного только сроком жизни источников питания (от нескольких месяцев до года и более). Для экономии энергии большая часть компонентов сенсорных устройств почти всегда находится в “спящем” состоянии, поэтому будет исследовано множество вариантов передачи данных по различным протоколам и технологиям и стандартам, учитывая при составлении маршрутов прохождения пакетов данных специфику “спящих” узлов. Исследование будет проводиться на программно-аппаратной платформе с различными модификациями программного стека также с учетом различных актуальных параметров по возможным отказам устройств по причине многовариантных природных условий эксплуатации подобных сетей. Вместе с тем будут проанализированы факторы, влияющие на самоорганизованность и отказоустойчивость работы всей сети на предмет высокой плотности расположения сенсорных устройств, будут решаться задачи множественного взаимодействия между узлами РСС в рамках одного стандарта. Предполагается исследовать такие параметры, как уровень гамма-радиации, температура, освещенность и факт присутствия людей, с использованием РСС в радиационно-опасной зоне объекта, планируется изучить надежность работы сети в целом. Гарантированность доставки пакета данных на шлюз обеспечена даже в случае выхода из строя до 30% элементов сети.



Иллюстрация 2: Схема сбора данных о радиационной обстановке при помощи РСС

Что предполагается сделать

В данном проекте предполагается произвести исследование возможностей и перспективы применения РСС для создания системы мониторинга состояния помещений зданий в действующих исследовательских радиационно-опасных зонах. В рамках данной работы планируется развернуть РСС в части помещений зданий и исследовать поведение системы в реальных условиях. При этом будут исследованы проблемы надёжности системы при воздействии повышенного радиационного фона, проблемы распространения радиосигнала, используемого для связи узлов РСС, при наличии препятствий в виде конструкций из «тяжёлого» бетона, используемого при сооружении зданий радиационно- и ядерно-опасных объектов. Будут исследованы различные алгоритмы сбора и передачи данных в РСС и произведен их сравнительный анализ. Этот анализ будет проводиться на основе имеющейся в распоряжении научного коллектива экспериментальной РСС. Далее на основе собранных данных будет выполнена разработка типовых методик по использованию исследуемых устройств для практического применения РСС в задачах проекта мониторинга. Результатом теоретических исследований совместно с экспериментальными данными будет являться выработка сравнительных характеристик, используемых для рекомендаций по выбору элементной базы в различных стандартах передачи данных при разработке алгоритмов обработки сигнала с сенсорных узлов. Планируется впервые разработать методику подбора комплектующих для построения реально действующей РСС для мониторинга экологической обстановки в условиях радиационной зоны.

Имеющийся научный задел

В этом направлении коллектив проекта имеет некоторые приоритетные результаты, полученные ранее. Так, например, уже сейчас выработаны формулировки требований к отдельным компонентам РСС. На территории экспериментальной площадки научным коллективом развернута беспроводная сеть сбора и передачи данных для задач экологического мониторинга с возможностью передачи информации по линии оптической связи ВОЛС на центральный сервер. Экспериментальная площадка организована при взаимодействии с коллегами из лаборатории Open Systems Laboratory университета Urbana-Champaign, США, штат Иллинойс (<http://osl.cs.uiuc.edu/>). Наличие ВОЛС для данных экспериментов может стать решением проблемы передачи данных с сенсорными платформами в том случае, когда размеры сенсорных платформ уменьшатся до размеров несколько миллиметров. На таких размерах создание радиочастотных приемо-передатчиков становится проблематичным, и технологически оправданным становится применение оптических методов передачи данных. Примером является разработка оптического канала связи с сенсорами, снабженными управляемыми уголковыми отражателями, в проекте Smart Dust (Университет Беркли, США).

Проведены эксперименты на территории ИПЛИТ РАН на предмет качества связи при передаче данных в различных условиях. Исследованы проблемы при передаче данных в различных условиях. На территории Владимирского государственного университета была развернута беспроводная сенсорная сеть с датчиками для измерения микроклимата, в результате эксперимента сформированы требования и наиболее оптимальные методы для расположения и построения сети в условиях объектов не прямой видимости. Также беспроводная сенсорная сеть была развернута на территории ИПЛИТ РАН. Целью эксперимента было провести мониторинг микроклимата. В результате эксперимента были получены экспериментальные зависимости исследуемых параметров. В эксперименте измерялись следующие величины: температура, влажность, давление и освещенность.