

О прогнозировании и управлении качеством воздуха в городах и областных центрах

Среди ключевых задач, движущих развитием технологического тренда, носящего название Индустрия 4.0, – создание “умных” продуктов и решений с использованием интеллектуальных методов и процессов, которые опираются на использование данных в режиме времени, максимально приближенному к реальному. Несмотря на то, что в настоящее время упоминание термина Индустрия 4.0 в большей степени ассоциируется со всем комплексом преимуществ, которые данная концепция может принести в процесс производства, можно взглянуть на потенциал Индустрии 4.0 и с иной точки зрения. Экономика, ориентированная на гражданина и потребителя, не должна пренебрегать такими насущными потребностями людей, как жизнь в экологически здоровом окружении. И именно в данном отношении возможности, которые заложены в грамотном комплексном использовании технологий Интернета вещей, когнитивных вычислений, машинного обучения и других, позволяют добиться интересных результатов в таких областях как оздоровление экологической обстановки или же оптимизация использования возобновляемых источников энергии.

Загрязнение воздуха – общемировая проблема

Плохое качество воздуха крайне негативно влияет на здоровье людей во всем мире. Согласно докладом различных исследовательских организаций, смертность от загрязнения воздуха находится на третьем месте после смертности от курения и от потребления алкоголя. Большую часть пострадавших от грязного воздуха составляют жители больших городов. По данным специалистов Экологической программы ООН, большинство жителей европейских городов дышат воздухом, который не соответствует нормам безопасности, установленным Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ). В лидерах здесь – Индия и Китай. Более половины всех смертей от загрязнения происходит в этих странах.

Несмотря на то что, согласно данным ВОЗ, Россия в целом, по годовым средневзвешенным показателям PM2.5 и PM10, находится в зоне удовлетворительных значений, загрязнение воздуха является проблемой и у

нас. В список наиболее неблагоприятных в этом отношении городов, по данным Росстата, входят Магнитогорск, Чита, Улан-Удэ, Норильск, Череповец, Белоярский (ХМАО), Пермь, Нижний Тагил, Уфа, Красноярск, Челябинск и Екатеринбург. Главными источниками загрязнения воздуха в России являются объекты промышленности – заводы по производству алюминия, предприятия черной металлургии, химии и нефтехимии, а также автотранспорт. Например, в Москве и других мегаполисах доля автомобильных выхлопов превалирует над другими источниками загрязнения атмосферы.

Глобальная инициатива IBM

Компания IBM осуществляет глобальную инициативу по прогнозированию и управлению качеством воздуха, носящую название Green Horizons (GH). Green Horizons использует такие передовые технологии, как Интернет вещей, когнитивные вычисления, аналитика Больших данных, управление гибридными данными, экологическое моделирование и т.д. Когнитивные вычисления и аналитика Больших данных востребованы заказчиками из самых разных отраслей и дают возможность охватить все формы человеческих знаний для принятия бизнес-решений. Управление гибридными данными, использование цифровых экологических моделей и технологий машинного обучения являются основой для практического решения вопросов защиты окружающей среды. Они позволяют поместить имеющиеся исторические данные и данные реального времени (например, данные с датчиков и спутников) в различные цифровые модели, предоставляющие ответственным организациям и должностным лицам недостающие знания для принятия необходимых управленческих решений и составления регулятивных документов.

Программное обеспечение GH базируется на технологиях обработки многопоточных данных при помощи искусственного интеллекта. Технологии машинного обучения применяются для выработки оптимальной стратегии и получения высококастомизированного прогноза по качеству воздуха с учетом географических и сезонных вариаций в разных городах мира. GH – это самообучающаяся адаптивная система, которая использует исторические данные и данные в реальном времени для самообу-



Рис. 1. Green Horizon использует многообразие источников и моделей данных

чения между прогнозами, а также показатели сенсоров для настроек параметров моделей и их взаимодействия (рис. 1). Данная возможность представляет собой ключевое отличие от подобных решений, которые в первую очередь полагаются на детерминистические прогнозы, используют единичные модели и статические параметры, которые настраиваются экспертами вручную.

В расчет принимаются шесть основных загрязняющих веществ (например, PM_{2.5}, PM₁₀, SO₂, NO₂, CO, O₃) и расчетный индекс качества воздуха (с заранее определяемым совместно с заказчиком алгоритмом) с ежечасно обновляемыми выходными данными в географической сетке с разрешением 1x1 км. Причем ежедневный прогноз для города возможно обновлять уже к 8.00 утра по местному времени. В ходе пилотного проекта и в пределах оговоренной площади, например 200x200 км, возможно добавление новых датчиков и сенсорных устройств.

ГН для вычисления прогнозных результатов использует набор стандартных компонентов и следующих функциональных возможностей:

- ▶ различные погодные модели, модели качества воздуха, химического состава выбросов и т.д., которые применяются для получения различных и независимых результатов прогнозирования и их адаптации под конкретную ситуацию и процессы конкретного города, а также сезон прогнозирования;
- ▶ взаимодействие когнитивных моделей для объединения различных результатов моделирования с целью получения большей точности прогнозов (в частности, для конкретного города и сезона);
- ▶ гибридное управление данными, которое используется для введения различных датчиков и спутниковых данных в модели для повышения качества начальных условий при прогнозировании;
- ▶ когнитивно-адаптивную настройку моделей, являющуюся характерной чертой искусственного

интеллекта (используется при оптимизации параметров модели для конкретного города и сезона адаптивно, в отличие от статической и ручной настройки);

- ▶ спутниковую аналитику по инвентаризации выбросов, которая используется для модификации точек выбросов на основе спутниковых данных с целью определения актуального местоположения и интенсивности изменений в данных источниках выбросов;
- ▶ данные предварительной обработки и контроля качества, которые используются, чтобы обеспечить поступление входных данных в хорошо контролируемом и нужном формате;
- ▶ данные постобработки и визуализации, которые используются для преобразования данных на выходе модели в стандартный формат в 2D для нанесения точек на карту;
- ▶ web-интерфейс пользователя, сайт для работы с результатами ежедневного прогнозирования;
- ▶ платформу для вычисления и управления процессами, которая используется для управления вычислительными ресурсами, необходимыми для работы всех моделей, с целью составления прогноза к нужному времени;
- ▶ платформу анализа данных и управления, используемую для управления ежедневными операциями и вводом/выводом данных для обеспечения выполнения работ в срок.

Как уже говорилось, использование детерминистических моделей имеет временные и пространственные репрезентативные проблемы и ограничения. В то же время использование многомерного портфеля моделей позволяет с высокой степенью точности покрывать прогнозами различные иерархические уровни – федеральный уровень, уровень города, уровень улицы – при использовании прогнозов с различными времен-

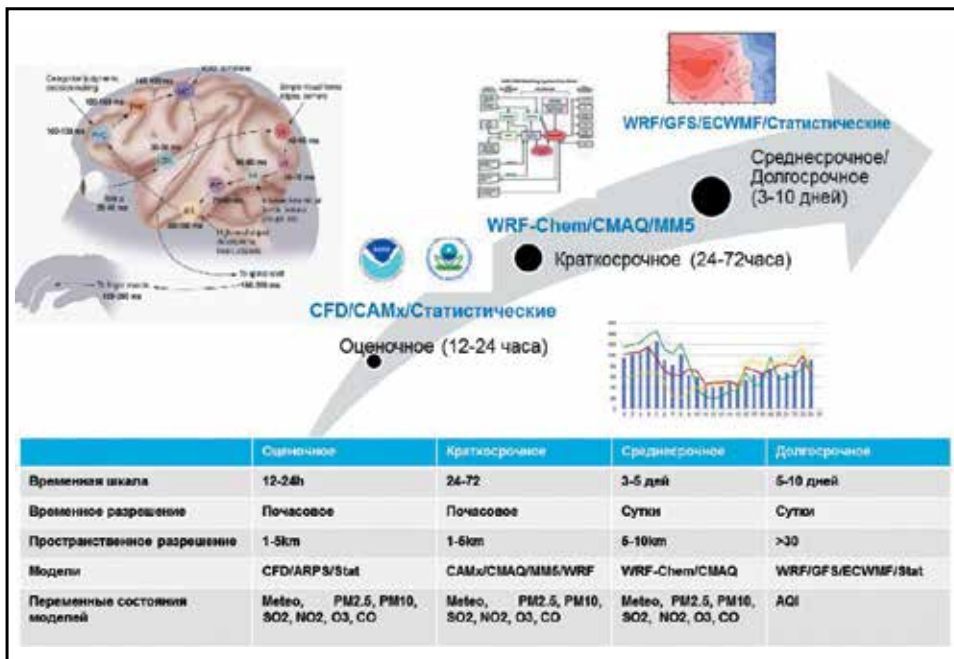


Рис. 2. Комбинированное использование моделей для получения прогнозов в различных временных и пространственных срезах



Рис. 3. Моделирование результатов в реальном времени. 10-дневный национальный прогноз для Китая и трехдневный прогноз для Пекина с разрешением 1x1 км

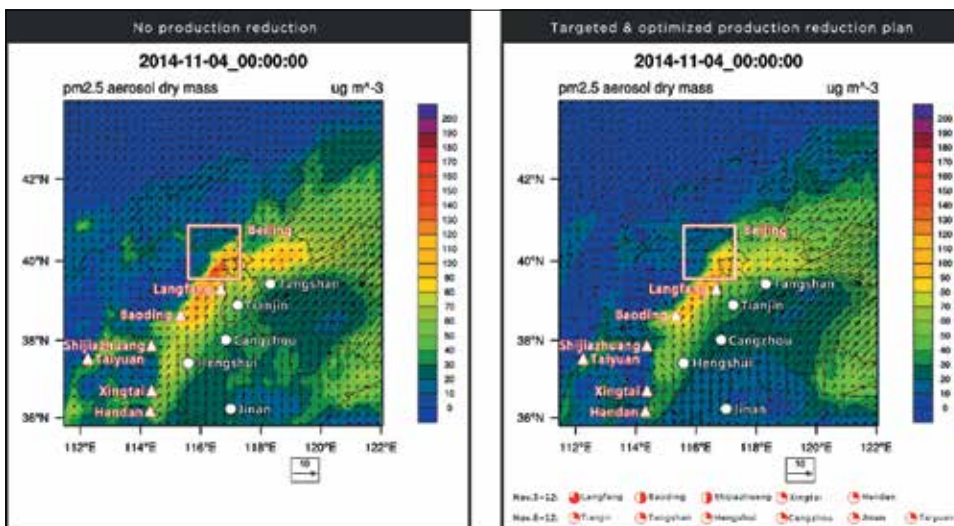


Рис. 4. Пример поддержки принятия мер ограничения выбросов PM2.5. Моделирование (анализ "что, если") по ограничению движения в центре Пекина

ными шкалами и тематически-ми направленностями (рис. 2).

Green Horizons в действии

Система Green Horizons весьма широко внедрена в Китае, где проблема качества воздуха стоит очень остро. Первоначально освоение системы управления качеством воздуха IBM было начато Пекинским бюро по охране окружающей среды, которое борется с загрязнением воздуха в регионе Цзин-Цзинь-Джи (JJJ – сокращение для региона Пекин-Тяньцзинь-Хэбэй), являющимся одним из самых густонаселенных и загрязненных промышленных регионов страны.

На сегодняшний день система GH развернута для задач ежедневного прогнозирования в более чем 30 городах Китая. GH обеспечивает прогнозирование качества воздуха вплоть до уровня конкретной улицы с разрешением 1x1 км на ближайшие 72 часа, а также делает прогнозы загрязнения городского уровня на период 5-10 дней. Точность прогноза составляет от 75% до 95%, со средним значением не ниже 80%.

Для достижения поставленных задач по сокращению выбросов микроскопических частиц PM2.5 на 25% к 2017 году Пекинское бюро по охране окружающей среды нуждалось в выстраивании четкого плана действий по очистке воздуха при том, что власти стремились одновременно способствовать устойчивому экономическому росту и росту рабочих мест для более чем 100 миллионов жителей региона JJJ. PM2.5 является мерой измерения выбросов твердых частиц, включая углерод, азот, серу и тяжелые металлы. Чистое голубое небо имеет показатель PM2.5, равный 0. Обычный шумный город может давать показатели от 40 до 60, а порог раздраже-

ния и чувствительности для легких составляет около 100 – этот показатель характерен для тяжелой промышленной зоны. Показатели выше 200 опасны для здоровья населения, а опубликованные данные для Пекина в прошлом превышали 600 единиц. Исследователи IBM помогли разработать систему, способную генерировать прогностические модели, определяющие критический источник загрязнения, а также указывающие на то, куда пойдет загрязнение и каков будет потенциальный эффект (рис. 3).

С использованием техник моделирования был изобретен способ создания гипотетических сценариев “что, если”, которые позволяют городским чиновникам опробовать эффективность различных планов действий для достижения баланса между экологическими и экономическими задачами (рис. 4). Система в Пекине и других городах Китая работает с использованием технологий Интернета вещей (IoT) для сбора данных со станций мониторинга окружающей среды и погоды, а также метеорологических спутников и дорожных камер. Система способна выработать высокоточные прогнозы загрязнения с разрешением вплоть до километра, предваряя события на 72 часа, а также прогнозы тенденций загрязнения на период до 10 дней вперед.

Вооруженные прогнозной информацией городские чиновники могут предпринять целенаправленные, наиболее эффективные и устойчивые меры реагирования. Проводимые мероприятия включают краткосрочные ограничения городского движения и строительной деятельности, а также долгосрочные меры по сокращению выбросов от промышленного производства и производства электроэнергии, такие как переход на более чистые источники энергии и установка фильтрующих систем (рис. 5). Частью плана действий в случае самых негативных прогнозов являются мероприятия по распылению воды в атмосфере и выдача предупреждений по линии общественного здравоохранения.

Для масштабных мероприятий, таких как, например, Зимние Олимпийские игры 2022 года, могут быть предприняты адресные и временные сокращения производственной деятельности, которые будут совместно организованы Пекином и городом Чжанцзякоу.

Прогнозирование использования возобновляемых источников энергии

Наряду с акцентом на управление качеством воздуха инициатива IBM Green Horizons поддерживает глобальный переход от использования ископаемого топлива к возобновляемым источникам энергии, что необходимо для содействия сокращению выбросов CO₂, которые в наибольшей степени влияют на изменение климата.



Рис. 5. Пример поддержки принятия мер регулирования выбросов PM2.5 в районе Пекина и окрестностей. Приведены показатели до введения плана по сокращению выбросов и после адресных мер воздействия на субъекты экономической деятельности

Исследовательское подразделение IBM Research разработало систему прогнозирования в области использования возобновляемых источников энергии, которая объединяет механизмы моделирования климата, технологии IoT и когнитивных вычислений, чтобы помочь организациям коммунального сектора заблаговременно знать, сколько энергии они будут иметь в своем распоряжении.

Используемые в этих целях солнечные фермы оснащены обращенными к небу камерами для наблюдения за движением облаков и расчета их потенциального блокирующего воздействия на солнечную радиацию. Ветровые турбины оснащены датчиками на высоте 80 метров над землей для контроля скорости ветра, влажности и давления воздуха.

Используя данные прогнозирования погоды, система может оценивать производительность ветровых и солнечных энергетических ферм с точностью 90% на несколько дней вперед, способствуя экономии тысяч мегаватт энергии, которая в противном случае могла бы быть потеряна. Такие знания являются ключом к более интенсивному использованию возобновляемых источников энергии для создания оптимального баланса между спросом и предложением на энергетических рынках.

Описанные возможности решения могут быть востребованы и у нас. Как известно, 2017 год объявлен годом экологии в России. И основной фокус в сфере обеспечения экологического благополучия в стране приходится на использование природоохранных технологий, улучшение экологических показателей регионов, совершенствование системы управления отходами, сохранение водных, лесных и земельных ресурсов, развитие заповедно-охранной системы.

Инициатива GH компании IBM способна внести значимый вклад в решение задач в тех регионах, которые остро нуждаются в совершенствовании методов оздоровления экологической ситуации.

Игорь Кулиничев,
архитектор отраслевых решений,
компания IBM в России и СНГ