

## ОСОБЕННОСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ «ИНДУСТРИИ 4.0»

Грызунов В.В.<sup>1</sup>, Нестерова А.О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, viv@a-tree.ru*

<sup>2</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, lina01nesterova@mail.ru*

**Аннотация.** Рассмотрены потребности Индустрии 4.0 в гидрометеорологическом обеспечении, показано насколько современное состояние гидрометеорологического обеспечения позволяет эти потребности удовлетворить, обозначена экономическая целесообразность перехода на цифровую метеорологию. Предложенный вариант о внедрении усовершенствованных цифровых метеорологических средств сможет улучшить получение гидрометеорологических данных.

Ключевые слова: Кибер-физическая система, Индустрия 4.0, гидрометеорологическое обеспечение, прогноз погоды, цифровая метеорология

Современное производство постепенно переходит на новые промышленные стандарты, называемые «Индустрия 4.0». Так, например, только немецкая промышленность инвестирует 40 миллиардов евро в промышленную интернет-инфраструктуру ежегодно. Ожидается, что эта цифра после 2020 года вырастет до 140 миллиардов евро в год [1]. Стандарты «Индустрии 4.0» подразумевают создание полной технологической цепочки: от добычи полезных ископаемых до доставки до потребителя конечного продукта. При этом все элементы цепочки имеют интеллект и связи между собой, что позволяет изготавливать товары по бизнес-модели предоставления услуг, – потребитель сначала указывает, что именно он хочет, в каких цветах, с какими характеристиками, а производство изготавливает запрашиваемое и доставляет до потребителя. Уже сегодня от запроса товара с заданными характеристиками до его изготовления и доставки до потребителя проходит от 30 минут (обычная пицца на дом), до нескольких недель (кроссовки Nike или мотоцикл HarleyDavidson).

Если речь идёт о таком коротком временном интервале, то особо остро встают вопросы логистики и её гидрометеорологического обеспечения. Неточные прогнозы поведения атмосферы, гидросферы и литосферы Земли приводят к срыву сроков поставок, ошибкам в навигации, повреждениям интеллектуальных элементов производственной цепочки и т.д. Так, например, дальность действия инфракрасных систем при густой дымке с видимостью 1-4 км уменьшается на 20-30%, радиолокационных средств при ливневых осадках снижается от 40 до 100%, в тумане при видимости менее 1 км - на 30-50%, а при дожде - на 70-80% [2]. Точное знание погодных условий тем важнее, чем миниатюрнее техника.

Высокой надёжностью и оперативностью обладают локальные прогнозы. Они строятся по принципу разбиения пространства на кубы со стороной около 10 км и прогнозирования погоды в каждом кубе. В этом случае, во-первых, – локальные прогнозы могут быть не согласованы между собой на своих стыках, во-вторых, – во многих случаях производственная цепочка «Индустрии 4.0» сильно распределена в пространстве и может включать несколько стран, что требует использования огромного числа локальных прогнозов из разных источников.

Другой вариант – применение глобальных прогнозов, но они не обладают высокой надёжностью и оперативностью построения.

Скорее всего, большую значимость в ближайшем будущем получат локальные прогнозы.

На сегодняшний день в Российской Федерации основные метеорологические величины снимаются и обрабатываются людьми в местах расположения метеостанций и метеобудок, затем отправляются в местное отделение, оттуда в Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС), дальше в мировые центры, которые наблюдают за погодой. Метеоролог должен снимать и передавать данные раз в 3 часа. Делает ли он это на

самом деле, не известно. Современные модели погоды и климата критически нуждаются в точных и регулярных данных, а не в человеке, определяющем маршрут зоны низкого давления. При создании компьютерных моделей погоды и климата применяются короткие интервалы 30 секунд и меньше [3], следовательно, текущий режим получения данных раз в 3 часа неприемлем.

Отдельный поток метеорологических данных идёт с космических и воздушных средств водных метеостанций, в некоторых случаях с подземных метеостанций. Все поставляемые данные имеют разные форматы, частоту обновления и, следовательно, их довольно сложно использовать для создания единой модели погоды и/или климата.

Основные снимаемые метеорологические величины: температура, атмосферное давление, скорость ветра (средняя скорость, среднее направление), видимость, облачность. Съём этих величин довольно просто может быть реализован с помощью цифровых метеорологических средств и робототехнических комплексов. И это экономически оправдано.

Так, например, стоимость опытного образца метеостанции, разработанной в РГГМУ для средней полосы России, составляет 10 000 рублей. Предполагается, что обслуживание станции составит до 3000 рублей в месяц. Станция передаёт основные метеопараметры в реальном масштабе времени и может управляться удалённо. Средняя зарплата метеоролога в 2018 году составила 17000 рублей [4]. Следовательно, даже без учёта затрат на содержание самой метеостанции, предлагаемые решения окупятся в первый же месяц применения. При этом качество и достоверность передаваемых данных существенно вырастет. Станет возможным привести снимаемые данные к единому формату, что упростит создание компьютерных моделей погоды и климата.

Таким образом, внедрение цифровых метеорологических средств и робототехнических метеокомплексов позволит снизить затраты на получение гидрометеорологических данных и одновременно повысить качество предоставляемых данных, что крайне необходимо для создаваемой «Индустрии 4.0».

## Литература

1. Индустрия 4.0: что такое четвертая промышленная революция? <https://hi-news.ru/business-analytics/industriya-4-0-cto-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revoluciya.html>. [Электронный ресурс]. Дата обращения 14.02.2019.
2. Гидрометеорологическое обеспечение боевого применения высокоточного оружия класса воздух-поверхность. <http://militaryarticle.ru/voennaya-mysl/2008-vm/10105-gidrometeorologicheskoe-obespechenie-boevogo>. [Электронный ресурс]. Дата обращения 14.02.2019.
3. Как создаются прогнозы погоды? <https://corporate.foreca.com/ru/resources/how-are-weather-forecasts-made>. [Электронный ресурс]. Дата обращения 14.02.2019.
4. Обзор статистики зарплат профессии Метеоролог в России <https://russia.trud.com/salary/692/82983.html> [Электронный ресурс]. Дата обращения 14.02.2019.

## FEATURES OF HYDROMETEOROLOGICAL SUPPORT "INDUSTRY 4.0"

Gryzunov V.V.<sup>1</sup>, Nesterova A.O.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, [viv@a-tree.ru](mailto:viv@a-tree.ru)

<sup>2</sup> – Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, [lina01nesterova@mail.ru](mailto:lina01nesterova@mail.ru)

**Abstract.** The requirements of Industry 4.0 for hydrometeorological support are considered, how the current state of hydrometeorological support allows these needs to be met is shown, and the economic feasibility of switching to digital meteorology is indicated. The proposed version of the introduction of improved digital meteorological tools will be able to improve the receipt of hydrometeorological data.

**Keywords:** cyber-physical system, industry 4.0, hydrometeorological support, weather forecast, digital meteorology.