

О СМЕНЕ ПАРАДИГМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СВЕДЕНИЯМИ ОБ ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЯХ

Н.В. Чуняев, Е.Д. Вязилов

*Всероссийский научно-исследовательский институт
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных,
г. Обнинск
chunyaev@meteo.ru, vjaz@meteo.ru*

Введение

Опасные гидрометеорологические явления (ОЯ) воздействуют на различные отрасли деятельности человека. Транспорт, сельское хозяйство, морская деятельность являются самыми метеорологически зависимыми видами деятельности. Прогнозы сильного волнения позволяют обеспечить безопасность при работе буровых платформ на морском шельфе. Прогнозы сильного ветра дают возможность планировать строительные работы и т. п. Заблаговременные предупреждения позволяют уменьшить убытки при наступлении неблагоприятных и опасных гидрометеорологических явлений и оптимизировать производственные процессы [6]. Оперативное реагирование на изменения гидрометеорологической обстановки – это условие для повышения эффективности функционирования различных объектов экономики и управления ими.

В отчете внеочередной сессии Комиссии по основным системам [10] Всемирной метеорологической организации (ВМО) отмечается, что «большое число происходящих на планете крупных бедствий обозначило необходимость изыскать все надлежащие средства для повышения способности стран-членов ВМО осуществлять подготовку к бедствиям и принимать меры

реагирования на них через обобщение практического опыта, приобретенного во время бедствий при наличии принципиально важного вклада со стороны национальных гидрометеорологических служб».

Обнаружением, выявлением и оповещением об ОЯ занимаются прогностические органы Росгидромета. Выпуск своевременных предупреждений о возникновении ОЯ, таких как наводнения, сильные ветры, гололед и другие, дает чрезвычайно эффективную отдачу в виде спасенных жизней и уменьшения ущерба. Предупреждения помогают руководителям промышленных предприятий, органам государственного управления принимать превентивные меры по защите своих объектов, а населению повысить свою безопасность и спасти свое имущество.

В настоящий момент, несмотря на то что учреждениями Росгидромета постоянно в оперативном режиме предоставляются прогнозы и предупреждения об ОЯ, размер ущерба от них не уменьшается [3]. Это связано с тем, что информация, поступающая на промышленные объекты, не всегда своевременно доводится до лиц, принимающих решения (ЛПР), – руководителей промышленных предприятий и органов государственного управления, или недостаточно эффективно используется. Недостаточно внимания обращается на полученную от прогностических органов информацию об ОЯ или не выполняются установленные типовыми инструкциями, имеющимися только по некоторым ОЯ (наводнения, гололед), действия по адаптации и смягчению воздействий. Кроме того, информация для ЛПР разбросана по множеству источников, выдается в виде объемных таблиц или большого количества карт. При этом информация визуализируется без конкретизации уровня опасности¹ для отдельных промышленных объектов и технологических процессов, выполняющихся на промышленном объекте. ЛПР не всегда осведомлены о возможных воздействиях и не имеют информации о превентивных мероприятиях, которые необходимо проводить в случае того или иного ОЯ, так как накопленный опыт

¹ **Уровень опасности** – величина, дающая характеристику возможного ущерба и других последствий от явления, процесса (1 – нет последствий, 2 – умеренно-возмущенное состояние, 3 – опасное, 4 – катастрофическое).

об их воздействиях и принятых решениях не собирается и не формализуется. Отсутствуют также практические реализации экономико-математических моделей, способных дать оценку возможного экономического ущерба, рассчитать стоимость превентивных мероприятий до начала ОЯ для конкретного предприятия.

Имеются многочисленные примеры того, когда ОЯ было вовремя спрогнозировано, однако его воздействие не учитывалось и/или было недооценено, а реагирование на этот прогноз было неадекватным. Приведенный ниже пример иллюстрирует необходимость выдавать не только предупреждения об ОЯ, но и прогнозы воздействий этого явления на промышленные предприятия и население.

Наводнение на р. Амур, произошедшее в августе-сентябре 2013 г. в результате интенсивных затяжных осадков в истоках р. Амур и его притоках, охватило пять субъектов Дальневосточного федерального округа. Всего с начала паводка было подтоплено 37 муниципальных районов, 235 населенных пунктов и более 13 тысяч жилых домов. Пострадали более 182 тысяч человек [4]. Общая площадь затопленных территорий составила более 8 млн кв. км. Ущерб от наводнения составил более 500 млрд рублей [5]. Повторяемость такого наводнения оценивается как один раз в 200–250 лет [7]. Предупреждения об очень сильных ливневых дождях Росгидромет начал выпускать за месяц до наводнения. Можно ли было сократить количество пострадавших и экономический ущерб от наводнения? Если бы МЧС России, администрации субъектов Российской Федерации, городов, руководители муниципальных образований обладали прогнозом возможных масштабов воздействий наводнения, а также рекомендациями для поддержки решений, то ущерб от наводнения был бы меньше.

Существующая парадигма гидрометеорологического обеспечения сведениями об ОЯ

Для того, чтобы руководители предприятий могли предпринять надлежащие действия, им необходимо знать о том, какие возможны воздействия на промышленные предприятия. Получение выгоды от предупреждений об ОЯ зависят от своевременности

доведения информации до руководителей предприятий, способности руководителей использовать полученную информацию и предпринять эффективные действия. Научные достижения в области гидрометеорологических прогнозов обеспечивают возможность предоставления ЛПР предупреждений об ОЯ с такой точностью и заблаговременностью, которые позволяют на их основе выдавать прогнозы возможных воздействий ОЯ. В этой связи совершенствование наблюдательных и прогностических систем, средств доведения предупреждений являются необходимой, но недостаточной предпосылкой для уменьшения неблагоприятных воздействий.

Гидрометцентр России выдает предупреждения об ОЯ и работает с Национальным центром управления в кризисных ситуациях, а в регионах управления Росгидромета взаимодействуют с региональными центрами управления в кризисных ситуациях и местными управлениями МЧС России с тем, чтобы помочь им понять, на какие объекты возможно влияние того или иного ОЯ. МЧС России предупреждает руководителей промышленных предприятий и органов государственного управления о возможных чрезвычайных ситуациях, связанных с ОЯ. К сожалению, из-за отсутствия формализованной информации о том, каким образом ОЯ могут воздействовать на промышленные объекты, какие превентивные меры необходимо предпринять, руководители кроме тривиальной информации практически ничего не получают. А имеющийся у них опыт либо утерян, либо не достаточен для эффективного принятия решений.

Сведения об ОЯ периодически обновляются и доводятся до руководителей посредством телефона, факса, радиопередач, ТВ, веб-сайтов, а сейчас и в виде текстовых SMS-сообщений и по электронной почте на нерегулярной основе по мере прогноза или возникновения ОЯ. Организации Росгидромета передают предупреждения об ОЯ, основанные, как правило, на фиксированных критических значениях гидрометеорологических параметров [8]. Эта продукция характеризуется передачей сообщений в полуформализованном виде с указанием места, времени и интенсивности ОЯ, в последние годы с указанием уровня опасности путем цветного кодирования (зеленый, желтый, оранжевый, красный). В

последние годы с внедрение нового кода передачи сведений от метеостанций (WAREP), формируемого автоматическим образом [2], сведения об ОЯ передаются в формализованном виде.

Уже много лет широко используется следующая *парадигма гидрометеорологического обслуживания* сведениями об ОЯ: прогностические организации Росгидромета выдают гидрометеорологические прогнозы и предупреждения об ОЯ с информацией, которая касается только значений гидрометеорологических параметров и того, каким образом они будут меняться, например: «7 декабря 2015 г. в Санкт-Петербурге к 16–19 часам в устье реки Невы ожидается повышение уровня воды до 161–170 см».

В настоящее время зарождается новая *парадигма – штормовое предупреждение-консультация*, когда прогнозы и предупреждения об ОЯ сопровождаются возможными воздействиями в зависимости от уровня опасности явления. Содержащаяся в предупреждениях информация об ОЯ иногда описывает ожидаемые воздействия, например: «В связи с усилением юго-западного ветра до 20 м/с, 26–28 января на Азовском побережье Краснодарского края на участке Темрюк – Ейск ожидается подвижка и торошение льда, сжатие, напоры льда на береговые сооружения» [5, с. 109]. Другой пример: «В Мурманском торговом порту при погрузке угля при ветре со скоростью > 10 м/с западного направления необходимо прекратить работу портовых кранов из-за возможного запыления городской черты» показывает необходимость уточнения критериев опасных явлений для отдельных технологических процессов, знания воздействий и выдачи рекомендаций для поддержки решений.

Только благодаря учету таких факторов, как уязвимость² от ОЯ инфраструктуры жизнедеятельности человека и поведения людей при этих явлениях, можно минимизировать неблагоприятные воздействия ОЯ. Таким образом, необходимо кроме выдачи предупреждения об ОЯ выдавать сведения о возможных воздействиях на промышленный объект.

² **Уязвимость** — параметр, характеризующий возможность нанесения описываемой системе повреждений любой природы теми или иными внешними средствами или факторами.

Заблаговременные предупреждения сейчас основываются в основном на общих критических значениях параметров, например: скорость ветра >15 м/с, толщина выпавшего снега >30 см и другие, определенных в Руководстве [9]. Некоторые управления Росгидромета используют локальные критические значения параметров для выявления ОЯ.

В отдельных странах (например, в США) к прогнозу ОЯ добавляется вероятность достижения или превышения установленного критического значения гидрометеорологического параметра. Рекомендации ВМО по предоставлению данных о неопределенности прогнозов PWS-18 WMO/TD-N 1422 включают главу 5 «Применение вероятностных прогнозов людьми, участвующими в принятии решений». Использование вероятности прогноза позволяет увеличить число альтернативных вариантов решений. Сейчас чаще всего используется четыре альтернативы в зависимости от ориентировки на то, что прогноз оправдается или нет, будут выполняться или игнорироваться превентивные мероприятия. Использование альтернативных решений повысит степень обоснованности, целесообразности и экономической эффективности выбранного решения.

Одно и то же ОЯ по-разному влияет на различные предприятия и технологические процессы, выполняемые на них, поэтому требуется определить не просто локальные критические значения параметров, но и дать их уточнения для каждого промышленного объекта и даже технологического процесса.

Таким образом, предупреждения об ОЯ должны выдаваться для каждого типового объекта и технологических процессов отдельно. Учитывая большое число предприятий и технологических процессов, выполняемых на объекте, подготовка таких сообщений должна быть автоматизирована. То есть на основе прогностических данных в узлах регулярной сетки должны автоматически формироваться сообщения с прогнозом ОЯ, а на основе оперативных данных, получаемых из Глобальной сети телесвязи, должны составляться сообщения о происходящих ОЯ для каждого типового объекта.

Развитие парадигмы гидрометеорологического обеспечения сведениями об ОЯ

Предлагаемая в статье *парадигма* – это выдача совместно с предупреждением об ОЯ прогноза возможных воздействий на различные объекты и набора рекомендаций для выполнения превентивных мероприятий, предназначенная для передачи такой информации на различные уровни управления промышленными объектами.

Критические значения ОЯ для такой парадигмы должны определяться и уточняться руководителями промышленных предприятий в соответствующих паспортах предприятий в зависимости от типа объекта, технологического процесса, места проявления ОЯ, климатической зоны, сезона года с определением уровня опасности для каждого объекта. Например, критические значения ОЯ для работы порта будут отличаться для различных технологических процессов: стоянка судов, работа кранов и т. д. (таблица).

Таблица

Пример описания уровней опасности для работы порта в зависимости от значений параметров ОЯ, типа объекта и технологического процесса

Объект, технологич. процесс	Скорость ветра, м/с				Количество осадков, мм				Видимость, км				Обледенение судов, см			
	10-14	15-20	20-30	>30	0-19	20-29	30-49	>50	>1	0.9-0.5	0.4-0.1	<0.1	0-0.1	0.2-0.6	0.7-1.3	>1.3
Стоянка судов	1	2	3	4	1	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4
Разгрузка судов	2	3	4	4	2	3	4	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Работа кранов	2	3	4	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

Примечание. Цифрами обозначен уровень опасности: 1 – нормальный (зеленый); 2 – неблагоприятное явление (желтый); 3- опасное (оранжевый); 4 – катастрофическое (красный).

В качестве следующего шага в эволюционном процессе развития гидрометеорологического обслуживания предлагается помимо прогноза воздействий обеспечивать ЛПР рекомендациями для поддержки решений с возможностью предварительной (перед наступлением ОЯ) оценки возможного экономического ущерба и расчета стоимости превентивных мероприятий. Примеры такого обслуживания имеются. Так, согласно приложению к Соглашению между Росгидрометом и Министерством транспорта Российской Федерации, в ориентировочный перечень работ специального назначения и услуг включено обеспечение не только прогнозами, штормовыми предупреждениями, но и рекомендациями для выбора оптимальной стратегии [9, с. 98].

Развитие такой парадигмы гидрометеорологического обслуживания связано с тем, что объем решений для ЛПР фактически вступил в противоречие с возможностью быстрой и эффективной выработки решений для обеспечения безопасности промышленных объектов и населения. Поэтому для усиления интеллектуальной мощи ЛПР создаются средства поддержки решений. Такие средства позволят довести информацию до пользователей не в форме цифр, а в форме сведений о воздействиях, рекомендаций. Системы подобного рода способны анализировать сложившуюся ситуацию и выдавать сведения о возможных воздействиях и рекомендации для поддержки решений отдельно для разных технологических процессов, климатических зон и сезонов года. Пилотный проект такой схемы обслуживания реализован во ВНИИГМИ-МЦД [1] с использованием смартфонов для передачи SMS-сообщений, приложения «Метеомонитор» для более детального знакомства с гидрометеорологической обстановкой и приложения «Метеоагент» для выдачи сведений о воздействиях ОЯ и рекомендаций для поддержки решений.

Кроме выдачи сведений о воздействиях и рекомендаций, руководителям объектов необходимы оценки ущербов и затрат на превентивные мероприятия. Под ущербом понимается либо непосредственное уменьшение прибыли, либо суммарные потери живого и овеществленного труда, части потенциальной прибыли, которую бы могло получить предприятие, если бы работало в нормальных условиях. Модель расчета ущерба включает в себя учет как прямых, так и косвенных показателей экономического

ущерба [11]. Показатели прямого экономического ущерба – это в основном определенные в стоимостном измерении элементы материального ущерба, вызванного ОЯ, отражающие уничтожение, порчу или иные формы выбытия из экономического оборота имущества и различных материальных ценностей. К таким показателям могут относиться потери по зарплате в связи с простоем, потери, связанные с уменьшением выпуска продукции, ее порчей или уничтожением. Так, например, если судно шло рекомендованным курсом и не попало в жестокий шторм, то экономический эффект будет выражаться не только стоимостью сэкономленных судосуток (как это обычно считают), но и частью стоимости палубного груза, который мог быть смыт, а также частью стоимости судна с грузом, если бы судно погибло.

Для расчета различных видов ущерба Z применяется формула:

$$Z = \sum S \cdot N, \quad (1)$$

где S – стоимость единицы продукции; N – количество единиц.

Для поддержки решений, кроме возможного ущерба, предлагается рассчитывать стоимость превентивных мероприятий. Расчет стоимости превентивных мероприятий складывается из затрат на эвакуацию людей и грузов, зарплату работников при проведении аварийно-восстановительных мероприятий, строительство инженерных защитных сооружений, расходные материалы при проведении превентивных мероприятий.

Затраты на эвакуацию E_1 рассчитываются по формуле:

$$E_1 = \sum C_{ev} \cdot S_{pas}, \quad (2)$$

где S_{pas} – стоимость одного пассажироместа на разных типах транспорта; C_{ev} – количество эвакуируемых из зоны опасности.

Затраты на зарплату работников E_2 при проведении аварийно-восстановительных мероприятий рассчитываются по формуле:

$$E_2 = C_m N_4 T_d, \quad (3)$$

где C_m – средняя стоимость участия одного человека в аварийно-восстановительных мероприятиях за один день; N_4 – количество участвующих; T_d – количество отработанных дней.

Затраты на строительство инженерных защитных сооружений E_3 определяются по формуле:

$$E_3 = \sum C_{spec} \cdot S_P, \quad (4)$$

где C_{spec} – удельная стоимость строительства одного га; S_P – площадь, нуждающаяся в защите, га.

Затраты на расходные материалы E_4 при проведении превентивных мероприятий рассчитываются по формуле:

$$E_4 = \sum C_{mat} \cdot N_{mat}, \quad (5)$$

где C_{mat} – стоимость использованного материала; N_{mat} – количество материалов.

Экспериментальный образец приложения [1], позволяющий дать экономические оценки возможного ущерба, затрат на превентивные мероприятия, а также выбора решения и четырех альтернативных вариантов, реализован во ВНИИГМИ-МЦД для смартфонов под управлением операционной системы «Андроид».

Заключение

В результате смены парадигмы гидрометеорологического обеспечения ЛПР улучшится поддержка решений, основанная на критических значениях параметров ОЯ, воздействиях и рекомендациях. Появится основа для анализа воздействий ОЯ после прогноза, его наступления или после явления в целях содействия планированию, реагированию на воздействия и их смягчению, проведению аварийно-восстановительных мероприятий. Возникнет согласованный процесс обеспечения мер готовности к нему и реагирования на воздействия ОЯ. Появится большая осведомленность о сложившейся ситуации. Безусловно, реализация такого гидрометеорологического обеспечения сведениями об ОЯ должна осуществляться как специализированное обслуживание на основе договоров с предприятиями.

Смена парадигмы гидрометеорологического обеспечения сведениями об ОЯ и оповещения о них позволит сократить как человеческие жертвы, так и экономические потери путем накопления опыта предыдущих похожих ситуаций, а также своевременного

предоставления ЛПР информации о возможных воздействиях и рекомендациях, позволяющих минимизировать воздействия ОЯ. При этом руководители предприятий смогут легче понять возможные последствия от ОЯ, будут опираться на экономически обоснованные рекомендации для поддержки решений. Новая парадигма позволит увеличить уровень гидрометеорологической безопасности промышленных объектов и населения, смягчить воздействия ОЯ на промышленные объекты, а также поможет адаптироваться к возникающим явлениям.

Для успешного прогнозирования воздействий и выдачи рекомендаций необходимо более тесное сотрудничество прогностических органов Росгидромета с руководителями предприятий, обладающими экспертными знаниями, для сбора и формализации воздействий ОЯ на различные объекты и рекомендаций по проведению превентивных мероприятий для уменьшения или предотвращения этих воздействий. Во ВНИИГМИ-МЦД накоплен огромный объем материалов по воздействиям на различные типы промышленных объектов, объектов жизнедеятельности населения и рекомендаций для поддержки решений на различных уровнях управления для большинства опасных гидрометеорологических явлений. Требуется проверка этих материалов экспертами по принятию решений в различных отраслях экономики. При этом должна быть получена также технико-экономическая информация о предприятиях, которая необходима для расчета возможного ущерба и стоимости превентивных мероприятий.

Безусловно, организация такой парадигмы гидрометеорологического обеспечения возможна только при использовании интегрированных, разнородных и распределенных информационных ресурсов в виде наблюдаемых, диагностических, прогностических и климатических данных, подготавливаемых различными организациями гидрометеорологического профиля. В настоящее время такими системами являются межведомственная Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО, <http://esimo.ru>), введенная в постоянную эксплуатацию в 2014 г., и разрабатываемая Интегрированная информационно-телекоммуникационная система (ИИТС, <http://iits.meteo.ru>) Росгидромета.

Список использованных источников

1. *Вязилов Е.Д., Чуняев Н.В.* Использование смартфонов и планшетов для экстренного информационного обеспечения пользователей об опасных природных явлениях // Труды ВНИИГМИ-МЦД. – 2015. – Вып. 179. – С. 133–143.
2. *Зубрицкая Е. Н., Сомова С. М.* Автоматизированное формирование телеграмм кода WAREP средствами АРМ ПЕРСОНА // Труды ВНИИГМИ-МЦД. – 2014. – Вып. 178. – С. 121–133.
3. *Кориунов А.А.* Погодно-климатические риски и их воздействие на экономику и население. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2013. – URL: <http://meteo.ru/component/content/article/9-uncategorised/271-pogodno-klimaticheskie-riski-i-ikh-vozdjstvie-na-ekonomiku-i-naselenie>
4. Наводнение на Дальнем Востоке в 2013 году // РИА Новости. – 2014. – URL: <http://ria.ru/spravka/20140720/1016605356.html>
5. Общий ущерб от наводнения в Дальнем Востоке превысил полтриллиона рублей // Интерфакс. – 2014. – URL: <http://www.interfax.ru/russia/373742>
6. Оценка экономических последствий воздействия неблагоприятных погодных условий (погодочувствительности) на объекты электроэнергетики: Аналитический отчет. – М.: Росгидромет, 2010. – 15 с. – URL: http://www.aviamettelecom.ru/docs/lib2/faktor_energetika.pdf
7. Пресс-релиз: О причинах возникновения катастрофического паводка на р. Амур в 2013 г. – М.: Росгидромет, 2013. – URL: <http://www.meteorf.ru/press/releases/4688/>
8. РД 52.88.699-2008. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений. – М.: Росгидромет. 2008. – 31 с.
9. *Руководство по гидрометеорологическому обеспечению морской деятельности.* – М.; Обнинск: ОАО ФОР, 2009. – 144 с.
10. *Руководящие принципы ВМО обслуживания прогнозами опасных явлений с учетом воздействий и предупреждениями о них* // ВМО-№ 1150. – 2015. – 27 с.
11. *Хандожко Л.А.* Экономическая метеорология. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 490 с.

Поступила в редакцию 7.07.2016 г.