

## УПРАВЛЕНИЕ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ/MANAGEMENT IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS

DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.12.5>

EDN: RWTZHP

РАЗВИТИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЙ,  
ЗАВИСЯЩИХ ОТ ПОГОДЫ

Научная статья

Вязилов Е.Д.<sup>1,\*</sup><sup>1</sup> ORCID : 0000-0003-1931-0140;<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных, Обнинск, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (vjaz[at]meteo.ru)

Предложена: 18.08.2026; Принята: 14.10.2026; Опубликовано: 14.10.2026

**Аннотация**

Целью статьи является повышение эффективности использования ГМИ за счет прогноза развития ГМО на основе ИТ-достижений — интеграции разнородных и распределенных данных, развития персонализированного ГМО бизнес-процессов на основе локальных пороговых значений, прогноза возможных воздействий ОПЯ на деятельность предприятий, выдачи рекомендаций для принятия превентивных решений. Существует множество бизнес-задач в различных отраслях, зависящих от гидрометеорологических условий, и которым необходимо организовать современное гидрометеорологическое обеспечение. Рассмотрена методика реализации персонализированного гидрометеорологического обеспечения бизнес-процессов предприятий, зависящих от погоды, с описанием реализованных и необходимых сервисов. Программная платформа интегрирует данные наблюдений, прогнозов различной заблаговременности, о климате.

Представлена оценка количества возможных бизнес-процессов, зависящих от опасных природных и экстремальных климатических явлений в различных отраслях. Показаны сервисы в виде информационной панели, интерактивной карты и системы поддержки решений для выдачи руководителям прогнозов воздействий и рекомендаций для принятия решений. Сервис выявления опасных природных явлений, работающий в реальном времени, оперативно сравнивает поступающие данные с базой знаний «Локальные пороговые значения». Это позволяет быстро выявлять потенциальные угрозы и выдавать более точные рекомендации на основе прогноза возможных воздействий опасных явлений на деятельность предприятий. Приведен пример воздействий и рекомендаций для деятельности, связанной с учетом погодных условий в авиации.

**Ключевые слова:** гидрометеорологическое обеспечение, поддержка решений, цифровая платформа, бизнес-процессы, сервисы.

DEVELOPMENT OF HYDROMETEOROLOGICAL SUPPORT FOR THE BUSINESS PROCESSES OF  
WEATHER-DEPENDENT ENTERPRISES

Research article

Vyazilov E.D.<sup>1,\*</sup><sup>1</sup> ORCID : 0000-0003-1931-0140;<sup>1</sup> All-Russian Research Institute of Hydrometeorological Information — World Data Center, Obninsk, Russian Federation

\* Corresponding author (vjaz[at]meteo.ru)

Suggested: 18.08.2026; Accepted: 14.10.2026; Published: 14.10.2026

**Abstract**

The aim of the article is to improve the efficiency of hydrometeorological information use through forecasting hydrometeorological support based on IT advancements — the integration of heterogeneous and dispersed data, the development of personalised hydrometeorological support business processes based on local threshold values, the forecasting of potential impacts of hydrometeorological phenomena on business operations, and the provision of recommendations for preventive decision-making. There are numerous business tasks across various sectors that depend on hydrometeorological conditions and for which modern hydrometeorological support must be organised. A methodology for implementing personalised hydrometeorological support for the business processes of weather-dependent enterprises is examined, with a description of the services that have been implemented and those that are required. The software platform integrates observational data, forecasts of varying time frames, and climate data.

An assessment is presented of the number of potential business processes dependent on hazardous natural and extreme weather events across various sectors. The services are presented in the form of a dashboard, an interactive map and a decision support system designed to provide managers with impact forecasts and recommendations to aid decision-making. The real-time service for identifying hazardous natural phenomena rapidly compares incoming data with the 'Local Threshold Values' knowledge base. This makes it possible to quickly identify potential threats and provide more accurate recommendations based on a forecast of the possible impacts of hazardous events on business operations. An example is given of the impacts and recommendations for operations involving the account of weather conditions in aviation.

**Keywords:** hydrometeorological support, decision support, digital platform, business processes, services.

## Введение

Руководители предприятий хорошо разбираются в специфике бизнес-процессов, которые зависят от гидрометеорологических условий (ГМУ), и понимают узкие места бизнеса, но не всегда представляют, какими будут стратегии использования гидрометеорологической информации (ГМИ) в будущем. Существующая система гидрометеорологического обеспечения (ГМО) с использованием веб-технологий имеет следующие недостатки [1].

Объём данных, представляемых руководителям предприятий в виде результатов подписки на информационные ресурсы, может достигать нескольких Гбайт. Руководителю не нужен весь этот объем данных, ему нужна информация по заданной точке, где находится руководитель или предприятие или в районе активной деятельности. Руководителям нужна ГМИ только тогда, когда значения показателей опасных природных явлений (ОПЯ) превышают локальные пороговые значения для конкретных объектов и бизнес-процессов.

Информационная продукция имеет ограниченную видимость за пределами Росгидромета. Это ограничивает потенциальную базу пользователей. Руководители очень мало знают о наборах данных и их актуальности. Нужна информация о том, какие данные доступны, где и в каком формате, с каким пространственно-временным разрешением, с какой вероятностью представлены прогностические или климатические значения показателей.

При передаче данных часто используются форматы, которые не стандартизованы по именам атрибутов. Сложный пользовательский интерфейс препятствует быстрому поиску и использованию информационных ресурсов неспециалистами в области гидрометеорологии. Многие руководители не имеют времени для изучения сложных веб-страниц с большим количеством информации. Главный вопрос для большинства руководителей заключается в том, как полученные данные можно использовать в бизнес-процессах. Качество данных имеет первостепенное значение и должно быть четко указано в метаданных, чтобы руководитель принимал решения об их пригодности для своих задач. Запросы руководителей на ГМИ качественно не изменились, повысились требования к скорости предоставления, объемам передаваемых данных, формам визуализации за счет применения современных ИТ. Немаловажным фактором является отсутствие единого автоматизированного мониторинга состояния ГМО, показывающего не только кто и что запрашивал, но и учитывающего вклад ГМИ в деятельность предприятия (уменьшение ущерба [2], повышение эффективности деятельности предприятия).

Эти недостатки уменьшают эффективность использования ГМИ. Требуется осуществить переход от разового оказания гидрометеорологических услуг к постоянному персонализированному сопровождению руководителей предприятий сведениями о сложившейся, прогнозируемой и климатической обстановках. Необходим непрерывный контроль ГМУ на протяжении всего жизненного цикла предприятия и повышение эффективности работы предприятий за счет учета ГМИ.

Повышение ситуационной осведомлённости и организация поддержки принятия решений становятся важнейшими направлениями исследований по созданию систем поддержки принятия решений (СППР). В последние годы такие работы ведутся в области окружающей среды [3], [4], [5], изменений климата [6], экологии [7], чрезвычайных ситуаций природного характера [8], устойчивого развития различных отраслей [9], сельского хозяйства [10], морской деятельности [11]. Руководитель на месте видит, как сложившиеся ГМУ, так и производственную ситуацию в реальном времени и должен получать не только цифровую информацию, но и рекомендации для принятия решений. Руководитель должен уметь одним взглядом оценить сложившиеся ГМУ за счет повышения его осведомленности.

*Целью статьи является* повышение эффективности использования ГМИ за счет прогноза развития ГМО на основе ИТ-достижений — интеграции разнородных и распределенных данных, развития персонализированного ГМО бизнес-процессов с помощью локальных пороговых значений, прогноза возможных воздействий ОПЯ на деятельность предприятий, выдачи рекомендаций для принятия превентивных решений.

## Методы и принципы исследования

### 2.1. Общие подходы

К системе персонализированного ГМО выставляются следующие требования:

- минимально отвлекать внимание руководителя от производственных задач;
- настраиваться на новые параметры и явления окружающей среды;
- быстро добавлять новые источники данных;
- визуализировать состояние показателей ОПЯ для различных промышленных предприятий в виде информационной панели;
- включать информацию о состоянии промышленных и социальных объектов;
- предоставлять информацию о состоянии системы в режиме онлайн;
- контролировать выполнение превентивных мероприятий.

Для реализации бизнес-процессов с учетом ГМУ требуется:

- выявить, параметры, необходимые для каждого бизнес-процесса, а также характеристики состояния и развития объектов экономики;
- определить необходимые виды данных, форматы их представления, время поступления, возможное время задержки поступления данных для бизнес-процессов;
- разработать методы получения и оценки показателей, характеризующих ГМУ;
- описать бизнес-процессы, использующие ГМИ, где будет четко показано время, место, вид, форма представления данных;
- улучшить или разработать новые методы прогнозов состояния ГМУ в зависимости от потребностей бизнес-процессов;
- произвести оценку влияния ОПЯ на предприятия и бизнес-процессы;

- интегрировать базы данных (БД) с временными рядами и сеточными данными по социально-экономическим и гидрометеорологическим и другим показателям;
- создать базу знаний (БЗ) «Локальные пороговые значения показателей ОПЯ» для отдельных предприятий и видов деятельности;
- создать банк экономических моделей для оценки ущербов и расчета стоимости превентивных мероприятий;
- оптимизировать принятие решений за счет оценок ущерба и расчета стоимости превентивных мероприятий с учетом вероятности прогнозов ГМУ.

Для развития ГМО руководителей предприятий должны выполняться следующие регулярные процессы:

- мониторинг текущего состояния ГМУ по имеющимся наблюдениям и прогнозируемой гидрометеорологической обстановке с необходимым пространственно-временным разрешением [12];
- постоянное автономное выявление ОПЯ на основе интегрированных наблюдаемых, прогностических, обобщенных и климатических данных, а также локальных пороговых значений параметров ОПЯ для конкретных бизнес-процессов;
- оценка уровня опасности для предприятий и бизнес-процессов (зеленый, желтый, оранжевый, красный);
- автоматическое доведение сведений об ОПЯ до руководителей;
- учет сведений об ОПЯ в бизнес-процессах на промышленных предприятиях.

Современное ГМО должно включать как существующие средства доведения информационной продукции — рассылку сведений об ОПЯ для каждого поселения и предприятия по заранее созданному списку. Для реализации персонализированного ГМО разработаны следующие сервисы:

- автономное выделение станции (точки), района с определенным уровнем опасности или по маршруту следования объекта и формирование сведений об ОПЯ для предприятий, которые находятся на обслуживании;
- подписка руководителей на персонализированное ГМО;
- отбор из выявленных штормовых сообщений записей, относящихся к районам (точкам), указанным руководителем;
- передача руководителям сведений об ОПЯ (название предприятия, вид деятельности, название показателя, его значение, уровень опасности), выявленных на основе локальных пороговых значений;
- автономное информирование об ОПЯ всех, кто находится в районе опасности или подписался на такое обслуживание;
- обновление информационной панели, на которой в интерактивном режиме изменяются значения наблюдаемых и прогностических параметров;
- детальное знакомство с гидрометеорологической обстановкой в точке или по району с помощью интерактивной карты «МетеоМонитор»;
- прогноз возможных воздействий ОПЯ на предприятия с оценкой возможного ущерба [2], а также выдача перечня рекомендаций для проведения превентивных мероприятий с расчетом стоимости превентивных мероприятий;
- доставка данных в информационные системы предприятий;
- удаленный ввод знаний – сбор, формализация, создание и редактирование БЗ.

Для обеспечения работоспособности системы ГМО, актуальности данных, регистрации всех передаваемых сообщений и подтверждений об их получении создается компонент «Мониторинг ГМО».

## 2.2. Требования к составу представляемой руководителю информации

Переход от разового оказания гидрометеорологических услуг к постоянному сопровождению руководителей сведениями о гидрометеорологической обстановке означает, что необходимо осуществлять на протяжении всего жизненного цикла работы предприятия контроль влияния ГМУ; способствовать повышению эффективности работы предприятий и уменьшению убытков от ОПЯ.

Уменьшение объема контента в разрабатываемых сервисах производится для того, чтобы руководитель одним взглядом мог оценить ситуацию — тенденции изменения параметров, уровень опасности, на какую деятельность предприятия и что влияет. Для этого используются информационные панели, единый словарь параметров, единые классификаторы во всех программных компонентах. Для организации современного ГМО требуется не только гидрометеорологическая информация, но и сведения о предприятиях, видах деятельности, цифровая модель местности и много другой информации, см. табл. 1.

Таблица 1 - Список информационных ресурсов для организации ГМО

DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.12.5.1>

| Обновляемые данные                                        | Содержание данных                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сведения о пунктах наблюдений                             | Информации о работоспособности пунктов наблюдений                                                     |
| Сведения о промышленных предприятиях и видах деятельности | Технико-экономическая информация о предприятиях — количество работающих, производимой продукции, др.) |
| Гидрометеорологические данные                             | Климатические, прогностические и наблюдаемые данные                                                   |
| Пространственная информация                               | Интерактивная карта с гидрометеорологической обстановкой, планами объекта, обслуживания,              |

| Обновляемые данные                  | Содержание данных                                                       |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                                     | расположением оборудования с выделением мест возможного воздействия ОПЯ |
| Цифровая модель рельефа             | Глубины и высоты в узлах регулярной сетки                               |
| Сведения об ОПЯ                     | Место, время, значение показателя, уровень опасности, др.               |
| Сведения о возможных воздействиях   | Прогнозы воздействий ОПЯ для каждого предприятия                        |
| Возможный ущерб от воздействий ОПЯ  | Уменьшится или будет предотвращен ущерб от ОПЯ                          |
| Сведения об имеющемся транспорте    | Транспорт для эвакуации людей и имущества                               |
| Рекомендации для принятия решений   | Обязательный комплекс превентивных мероприятий                          |
| Затраты на превентивные предприятия | Стоимость превентивных мероприятий                                      |
| Метаданные                          | Сведения о всех используемых наборах данных                             |
| Социально-экономическая информация  | Сведения социальной обстановке в поселении                              |
| Технико-экономическая информация    | Сведения о технологических процессах, зависящих от ГМУ                  |
| Справочные сведения                 | Сведения о различных физических постоянных                              |
| Гидрографические данные             | Информация о гидрографической обстановке                                |
| Каталог экономических моделей       | Модели оценки воздействий ОПЯ и оптимизации мероприятий                 |

### 2.3. Требования к цветовой и звуковой сигнализации

Для повышения осведомленности руководителей необходимо использовать цветовую и звуковую сигнализацию, мнемосхемы.

Цветовая сигнализация используется в соответствии с принятой цветовой шкалой уровня опасности, миганием с использованием принятых условных обозначений, спецсимволов, яркости. Включение и снятие цветовой сигнализации подтверждается квитком. Все подтверждения (квитки) хранятся в системе. При разработке цветовой и звуковой сигнализации учитываются принятые способы оповещения об ОПЯ. Данные в средствах сигнализации динамически меняются по мере их поступления. Руководитель в любой момент видит потенциальный (климатическая вероятность), прогнозный (вероятность прогноза) уровень опасности для предприятия и бизнес-процессов.

Воздействия и рекомендации можно разделить по их важности. Для этого используется цветовая индикация: одна группа красного текста, связанных с большой опасностью, другая — оранжевого (менее опасные воздействия), третья — желтого (предупреждающие воздействия), последняя группа — зеленого, не носящая опасности. Аналогично можно разделить рекомендации, выделить красным цветом первоочередные мероприятия; оранжевым — мероприятия второй очереди; желтым — мероприятия, которые выполняются, если осталось время на их проведение до прохождения ОПЯ.

Сервис идентификации выявляет ОПЯ, влияющее на предприятие. Он указывает на уровень опасности, информирует руководителя об инцидентах, возникающих на различных этапах обработки информации (данные не поступили или поступили с опозданием, др.). Деление ситуаций, связанных с ОПЯ, по уровню опасности, является основой для текстового, цветового, графического, звукового оповещения, а также снижению информационной нагрузки на руководителя перед подготовкой к ОПЯ. Требуется использовать следующие виды сигнализации [13]:

- окно сигнализации событий для вывода в текстовом виде сообщений об ОПЯ и уровне их опасности;
- индивидуальная сигнализация в виде изменения цвета, мерцания символов значений показателей — указывает на превышение пороговых значений показателей ОПЯ;
- сигнализация о недостоверности отдельных значений показателей (изменение цвета символов значений показателя) — необходима для привлечения внимания;
- групповая сигнализация на мониторах — выдается на основе сигнала о превышении локальных пороговых значений нескольких показателей на табло сообщений и в виде звукового сигнала;
- предупредительная и аварийная сигнализация на табло, связанная с воздействиями ОПЯ (обрыв проводов в период гололеда, снежные заторы на автотрассах).

Мнемосхемы с подсвеченным текстом, графическими иконками позволяют отображать уровень опасности для предприятия, вида деятельности; индикацию значений параметров на схемах, картах, графиках. Каждая мнемосхема представляет карту гидрометеорологической обстановки, графики изменения значений в узлах сетки, кнопки перехода на другие мнемосхемы, которые могут быть как динамическими (график изменения показателей ОПЯ, уровень их опасности, анимация карт), так и статическими элементами. Мнемосхемы отличаются друг от друга степенью обобщения представляемых на них данных. Например, на верхнем уровне имеем вероятность скорости ветра больше 15 м/с в каждом месяце года (климатические данные), на втором уровне представлен прогноз ветра >15 м/с на ближайший месяц, на следующем уровне используем текущее значение параметра и прогноз на несколько дней.

Содержание интерфейса в виде мнемосхемы представлено, см. рис. 1. Основой мнемосхемы является Интерактивная карта, на которой даны картографические графические слои, как гидрометеорологических параметров, так и дополнительных данных. Кроме этого, на мнемосхеме предоставляются функции и горячие клавиши, необходимые руководителю и перечень решаемых задач на основе полученных данных, включая различные модели по оценке воздействий ОПЯ на деятельность предприятия. Руководителю предоставляется возможность вывода справочной информации в отдельном окне сведений о показателях ОПЯ, включая код, название, размерность, единицы измерения, диапазон изменчивости, пороговые значения.

Рисунок 1 - Содержание интерфейса в виде мнемосхемы

DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.12.5.2>

Мнемосхема отражает состояние предприятия – нахождение в опасности его территории, оборудования на плане местности; состояния оборудования (включено, выключено), подвергаемого воздействию ОПЯ, а также опасность для него (превышение уровня воды при наводнении, ветер  $>15$  м/с для строительных кранов и т.п.). За счет мнемосхем:

- усиливается внимание руководителя на наиболее ответственных участках;
- увеличивается осведомленность руководителя за счет создания дополнительных фрагментов мнемосхем;
- снижается утомляемость руководителя.

Умный свет поможет оповестить руководителя о приходе сообщения об ОПЯ, простым изменением цвета кнопки «Сообщения» с зеленого на желтый, или оранжевый, или красный. Показатели представляются в виде таблиц, карт, графиков в соответствии с принятыми правилами отображения и включают цвет и мигание. Руководитель подтверждает, что он видел событие или отменил его, путем квитков, для этого выделена специальная «горячая клавиша». Руководителю предоставляется возможность просмотра пропущенных ранее сообщений, если они не были замечены и подтверждены. Пропущенные сообщения индицируются рамкой, цвет которой означает уровень опасности. Подтверждение получения можно делать как для отдельного сообщения, так и всех сообщений, поступивших в данный момент. Сообщения об ОПЯ, которые уже закончились, автоматически удаляются из окна сигнализации, но сохраняются с обязательным подтверждением этого действия, при этом автоматически снимается сигнализация.

#### 2.4. Экономико-математические модели

Большую помощь окажет руководителю возможности предварительной оценки полноты планируемых мероприятий, подготовленных на основе выданных СППР рекомендаций, а также оценить экономический ущерб [2] от последствий ОПЯ. Далее определяется отношение стоимости превентивных мероприятий к возможному ущербу. Если это отношение меньше 0.3, то превентивные мероприятия следует выполнять [1]. Модели представляют собой, как небольшую программу, например, расчет уменьшения скорости судна от воздействия ветра, волнения, ледовых условий, так и сложные пакеты программ, например, решение многокритериальных задач при наличии альтернативных предложений по проектам мероприятий. Учитывая необходимость создания множества экономических моделей для различных бизнес-процессов, требуется их учет. Сведения о применяемых экономико-математических моделях включают: название модели, назначение, физический адрес модели для запуска, исходные данные для модели, автор модели, др.

#### 2.5. Цифровая платформа для гидрометеорологического обеспечения

Существующий уровень автоматизации ГМО представляют отдельные программы, комплексы программ, системы, сайты, порталы, созданные для получения информационной продукции, получаемой на основе иногда одних и тех же данных, созданных различными учреждениями Росгидромета, группами и даже отдельными специалистами. Поддержка такого «зоопарка» программно-технических средств определяет высокие затраты на их поддержку. Сервисное предоставление информационной продукции на основе Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО) [14] реализует сквозную схему обработки данных от интеграции всех необходимых для ГМО БД до принятия решения. При интеграции данных производится приведение всех информационных ресурсов к одной модели данных, единому пространству имен, единицам измерений, общим классификаторам и кодам. Вся выпускаемая цифровая продукция после выполнения сервиса сохраняется на носителе. В такой платформе происходит управление обработкой данных на основе средств наблюдаемости и БЗ возможных инцидентов.

## Основные результаты

### 3.1. Состав бизнес-процессов в различных отраслях

Бизнес-процессы, зависящие от ГМУ, в различных отраслях могут отличаться, поэтому надо собрать сведения о них, исследовать их и выявить потребности в данных, которые должны использоваться при принятии решений. Выявленное количество бизнес-процессов, зависящих от ГМУ в различных отраслях, представлено, см. табл. 2. Анализ таблицы показывает, что наибольшее число бизнес-процессов, учитывающих ГМУ используется в морском и автомобильном транспорте, МЧС России, гидротехническом строительстве, рыболовстве. Безусловно, ГМУ учитываются и в других отраслях, просто информация о них менее известна.

Таблица 2 - Количество бизнес-процессов, зависящих от ГМУ, в различных отраслях

DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.12.5.3>

| Название отрасли или направления деятельности                                           | Количество |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Защита населения и территорий от ОПЯ, включая инфраструктуры предприятий и поселений | 40         |
| 2. Сельское хозяйство                                                                   | 11         |
| 3. Энергетика                                                                           | 22         |
| 4. Туризм                                                                               | 17         |
| 5. Гидротехническое строительство — приливные станции, порты, гавани, молы, др.         | 39         |
| 6. Торговля                                                                             | 5          |
| 7. Строительство                                                                        | 20         |
| 8. Лесное хозяйство                                                                     | 5          |
| 9. Промышленность                                                                       | 14         |
| 10. Железные дороги                                                                     | 13         |
| 11. Автотранспорт                                                                       | 44         |
| 12. Морской транспорт                                                                   | 66         |
| 13. Авиатранспорт                                                                       | 21         |
| 14. Трубопроводы                                                                        | 3          |
| 15. Автономные транспортные средства                                                    | 2          |
| 16. Судостроение                                                                        | 25         |
| 17. Логистика                                                                           | 12         |
| 18. Рыболовство                                                                         | 39         |
| 19. Разведка и добыча полезных ископаемых                                               | 21         |
| 20. Управление водными ресурсами                                                        | 15         |
| 21. Оценка воздействий на окружающую среду                                              | 13         |
| 22. Опасные техногенные ситуации, влияющие на окружающую среду                          | 32         |

В авиации имеется много бизнес-процессов, которые требуют учета ГМИ. Это выдача разрешений на взлет и посадку, принятие мер против ОПЯ на взлетно-посадочной полосе, автоматический учет пороговых значений гидрометеорологических параметров при нахождении некоторых объектов, например, беспилотных летательных аппаратов, в районе ОПЯ. У пассажиров изменяются планы из-за задержки рейсов по погодным условиям. ГМИ используется также для бронирования билетов с учетом погодных условий, оповещения пассажиров в связи с задержкой рейсов вылета или прилета. Фрагмент формализованной информации о воздействиях и рекомендациях для выполнения бизнес-процессов для авиации представлен ниже.

#### Фрагмент БД «Воздействия и рекомендации» для авиации

**Предприятие:** аэропорт.

**Категория данных:** в момент явления.

**Воздействия:**

Бронирование билетов с учетом погодных условий:

Возник внезапный всплеск спроса в связи наплывом отдыхающих, связанным с хорошей погодой для отдыха.

**Рекомендации:**

*Руководство пассажирской службы:*

Запросить дополнительный персонал в группу контроля продаж билетов.

Открыть дополнительные пункты контроля.

**Воздействия:**

*Обеспечение пассажиров в связи с отменой или задержкой рейса:*

Произошло закрытие аэропорта.

Возникла задержка рейса.

**Рекомендации:**

*Руководство пассажирской службы:*

Уведомить пассажирскую службу об организации обеспечения пассажиров питанием и проживанием.

Уведомить службу организации полетов об организации альтернативных маршрутов полета или смены вида транспорта.

Перебронировать стыковочные рейсы.

Обновить информацию о расписании наземного транспорта в пункт назначения.

**Воздействия:**

*Посадка пассажиров на самолет:*

Возникает много вопросов о рейсе.

Увеличивается пассажиропоток на пунктах контроля безопасности.

**Рекомендации:**

*Персонал аэропорта:*

Обеспечить мгновенную осведомленность всех участников обеспечения посадки на самолет.

Обеспечить взлет-посадку плановых рейсов.

Изменить номера выходов на посадку в самолет.

Уточнить ГМУ в аэропортах посадки.

Проверить состояние взлетно-посадочной полос для взлета.

Запросить дополнительный персонал.

Открыть дополнительные пункты контроля.

Обновить расписание наземного обслуживания.

Изменить при необходимости назначение выходов на посадку для связанных рейсов.

Использовать расписание рейсов, данные о пассажиропотоке.

В области морской навигации ГМИ применяется при выдаче разрешений на выход (нахождение) судов в море в период действия штормового предупреждения или в сложных гидрометеорологических условиях; проводке судов в замерзающие порты, через бары в устьях рек в связи с низким уровнем моря; перегоне судов ограниченной мореходности; выборе трассы с минимальными штормовыми условиями — определение окон погоды для транспортировки морем барж, буровых платформ и других крупных объектов; планировании начала навигации в западной и восточной частях Северного морского пути. В портах и гаванях ГМИ необходима при проведении ледокольных операций; защите грузов в период погрузки, разгрузки особенно сыпучих грузов, принятии мер против вредного влияния ливней, заморозков, сильных ветров.

При проектировании портов ГМИ используется для управления объектами транспортной инфраструктуры — контроля содержания дорог; строительства в прибрежной зоне необходима оценка наводнений, уязвимости предприятий и территорий, попадающих в зону подтопления; оценки выполнения мероприятий в зависимости от вероятности явления; выбора оптимального варианта эвакуации грузов при наводнении.

В морском рыбном промысле необходимы оценка хлорофилла, температуры поверхности воды для прогноза скоплений рыб; планирования добычи биологических ресурсов для определения возможных перспективных районов; рассредоточения, скоплений и вертикальных миграций рыбы. ГМИ широко используется при наведении флотилий на промысловые банки; обеспечении промысла; использовании ледоколов для прохода в район промысла, выдаче промысловых рекомендаций по поведению и распределению объектов промысла.

Промышленные предприятия нуждаются в ГМИ при планировании работ на сутки, неделю, месяц, квартал, год с учетом краткосрочного, месячного и долгосрочного прогнозов особенно в осенне-весенний период при переходе температуры воздуха через нуль градусов. Перевозка насыпных грузов с южных районов в северные в сильные морозы требует дополнительного времени на прогрев в месте разгрузки. Доставка готовой продукции требует использования прогноза погоды по маршруту доставки.

Для деятельности жилищно-коммунального хозяйства нужны прогнозы сильных жидких или твердых осадков больше 30 мм за сутки, ветра больше 15 м/с; учет климатических условий для выбора районов опасных и благоприятных для проживания населения. Планирование досуга, проведение выходных дней и отпусков, общественных и спортивных мероприятий на открытом воздухе зависит от благоприятных погодных условий.

Для проведения геолого-геофизических работы и разведочного бурения с плавучих буровых установок и буровых судов используется температура воды, соленость, скорость звука. При подводно-технических работах необходимо учитывать температуру воды, направление и скорость течений, ветра, высоту волн, ледовые условия, прозрачность воды. Для расчета и проектирования гидротехнических сооружений используется вероятность экстремальных значений гидрометеорологических параметров и ОПЯ — цунами, обледенения, размыва грунта у опор сооружений, уровня воды, разности температур воздуха и воды, агрессивных свойств воды. Строительные и монтажные работы на

шельфе опираются на климатические характеристики гидрометеорологических параметров, включая продолжительность штилей и штормовой погоды, ледовый режим. При эксплуатации гидротехнических сооружений требуются наблюдаемые, прогностические и климатические характеристики. Для обеспечения транспортных операций требуется учет глубин, приливов и климатических характеристик гидрометеорологических параметров. При продаже (закупке) сельскохозяйственных продуктов в различных странах нужно учитывать долгосрочные прогнозы засух и наводнений в странах импортерах и экспортерах.

Безусловно, существует много и других бизнес-процессов, зависящих от ГМУ. Их выявление и формализация — это совместная задача гидрометеорологов и экспертов в каждой отрасли. ГМО должно применяться на всех этапах жизненного цикла предприятия: прогнозирование развития промышленного района или городского района с учетом риска ОПЯ; планирование; инженерное проектирование; строительное проектирование; строительство; эксплуатация и утилизация промышленного предприятия или сооружения.

## 3.2. Реализация сервисов

### 3.2.1. Сервис подписки

Сервис позволяет:

- задать состав параметров, которые необходимы руководителю;
- назначить локальные пороговые значения показателей для различных типов предприятий, видов деятельности для каждого ОПЯ с учетом его уровня опасности;
- выбрать вид информации (наблюдения, или прогноз, или климат), тип предприятия, вид деятельности;
- выделить информационные ресурсы о состоянии окружающей среды, на основе которых будут определяться ОПЯ, и осуществляться мониторинг состояния окружающей среды.

После определения состава информационных ресурсов администратор системы уточняет на основе метаданных ресурса, насколько они удовлетворяют условиям полноты, актуальности, временного разрешения, района интересов и регистрирует информационные ресурсы, на основе которых будет вестись обслуживание предприятия. После обновления выделенных ресурсов происходит их проверка на заданные пользователем параметры и их локальные пороговые значения для выделения ОПЯ и их уровня опасности. Руководитель имеет право отключить или включить новое ОПЯ в подписку на автоматическое получение сведений о нем, если он считает, что это явление оказывает на бизнес-процесс негативное влияние. Подготовка необходимых данных для руководителя производится на основе интегрированных данных ЕСИМО [14].

### 3.2.2. Сервис по определению уровня опасности

Сервис предназначен для выявления ОПЯ для отдельных пунктов наблюдений или районов. Выявление производится на основе ресурсов, определенных для бизнес-процесса, и пороговых значений показателей [1]. После обновления данных на поставщике информационных ресурсов данные автоматически доводятся до внешнего приложения. Результаты работы сервиса оформляются как информационный ресурс и могут подвергаться новой обработке — агрегации, вычислению новых параметров, визуализации.

Автоматическое выявление ситуаций, связанных с превышением локальных пороговых значений показателей, применяется для повышения скорости принятия решений. При этом нет необходимости руководителю постоянно находиться у экрана компьютера. Если одновременно наблюдается несколько ОПЯ, а сигнал для одного из них имеет более высокую степень опасности, то всей ситуации присваивается уровень опасности наиболее опасного явления.

Возможны три варианта выявления ОПЯ для каждого бизнес-процесса. Первый — это когда сведения об ОПЯ выявляются наблюдателями на гидрометеорологической станции и передаются в коде WAREP по Глобальной сети телесвязи. Второй вариант, это, когда синоптики в управлениях Росгидромета, научных организациях (Гидрометцентр России, ААНИИ) на основе анализа текущей ситуации, синоптических карт и других материалов делают прогноз возможных ОПЯ и передают его в соответствии со списком рассылки. В системе ГМО эти прогнозы и предупреждения об ОПЯ можно также использовать для выдачи воздействий и рекомендаций. В третьем варианте используется БЗ «Локальные пороговые значения показателей» и БД «Воздействия и рекомендации», на основе которых выявляются ОПЯ и выдается прогноз возможных воздействий на предприятия, население и рекомендации для проведения превентивных мероприятий.

### 3.2.3. Сервис по отбору штормовых сообщений для руководителей

Оповещение руководителей о возникших ОПЯ производится по инициативе системы. Информация для руководителей отображается в компактном виде на экране в виде Информационной панели и интерактивной карты «МетеоМонитор» обстановки.

ГМИ получается в виде изолиний, полигонов на основе сеточных данных или графиков изменения параметров данных во времени. Для временных рядов вычисляются тренды, аномалии, экстремумы. Результаты обработки показателей ОПЯ используются для оперативной оценки состояния бизнес-процесса; вывода цветовой и звуковой сигнализации; построения графиков изменения показателей во времени с выделением опасных тенденций (например, резкое падение атмосферного давления) или отклонений от климатических норм.

Если предприятие находится в определенной точке, то наблюдаемая гидрометеорологическая информация поставляется по пункту наблюдений, который ближе всего находится к предприятию, а прогностическая информация — по результатам интерполяции между четырьмя точками сетки, между которыми располагается предприятие. Если

предприятие имеет распределенные по пространству объекты, то для каждого объекта выбираются свои пункты наблюдений и результаты интерполяции, как и в предыдущем случае.

Имея координаты или районы расположения предприятия, а также сведения об ОПЯ, которые опасны именно для этого предприятия, можно в геоинформационной системе увидеть, в какой части пространства находится ОПЯ и как далеко находится предприятие от его эпицентра. Требуется на основе этой информации составить сообщение, которое бы давало уровень опасности для каждого бизнес-процесса. Сервис, который автоматически выделяет станции (точки), район с определенным уровнем опасности или по маршруту следования объекта, формирует таблицу со сведениями об ОПЯ для предприятий, которые в данный момент находятся на обслуживании.

### 3.2.4. Сервис передачи сведений об ОПЯ

Сервис предназначен для оперативного доведения до руководителей предприятий и органов исполнительной власти сведений об ОПЯ, списков возможных воздействий и рекомендаций. Система ГМО сигнализирует в тех случаях, когда объекты оказываются или могут оказаться в зоне явления, например, в тумане, шторме, тропическом циклоне, в районе с высокой вероятностью встречи со льдами определенного вида и толщины.

Сервис отбирает из выделенных штормовых сообщений записи, относящиеся к районам (точкам), указанным руководителем, и передает сведения об ОПЯ руководителям. В состав сообщения включается название предприятия и бизнес-процесса, название параметра, его значение и уровень опасности.

Схема организации автономного информационного обеспечения руководителей в случае ОПЯ призвана обеспечить информативность, быстрое ознакомление со сложившейся обстановкой для индикации показателей среды на основе мониторинга обстановки. Изменения значений показателей ОПЯ постоянно отражаются на графике.

### 3.2.5. Оценка воздействий

В настоящее время руководитель после получения сведений об ОПЯ, прогнозируемом или наблюдающемся в конкретный момент времени составляет общий план действий на основе имеющихся на предприятии инструкций на этот случай. После поступления штормового оповещения руководитель знакомится со сложившейся обстановкой, изучает типовые сценарии и план действий по уменьшению или предотвращению воздействий ОПЯ, составляет перечень необходимых трудовых и других ресурсов для проведения превентивных мероприятий. Разработка плана действий основывается на имеющихся навыках, правилах, знаниях и базируется на принципах:

- при описании явления необходимо учитывать место и время его возникновения, уровень опасности, причины явления, прогноз воздействий на предприятия и их деятельность;
- система персонализированного ГМО обладает полномочиями советчика, а руководитель предприятия решает — «принять или не принять» рекомендации системы;
- окончательное решение — это прерогатива руководителя предприятия.

Выработка решения — включает формирование, оценку и выбор альтернатив из перечня рекомендованных системой мероприятий. Для каждого ОПЯ и объекта разрабатываются свои модели оценки альтернатив, например, разность между ущербом и стоимостью превентивных мероприятий; экономическая эффективность того или иного решения. Такие возможности устраняют многие барьеры адаптации к ОПЯ и изменениям климата [10], стоящие перед руководителями предприятий.

Управление с помощью ГМИ включает ситуационный анализ состояния предприятия и его деятельности; оценку возможных воздействий, ближайших и отложенных последствий ОПЯ; поиск управляющих рекомендаций для руководителя; исполнение — реализацию разработанных планов с учетом имеющихся ресурсов; отслеживание — проверку исполнения действий и их эффективности. Руководитель видит информацию от средств отображения информации, сопровождаемой сигналами предупреждения и тревоги. При этом он получает информацию об ОПЯ, состоянии предприятия и бизнес-процессов в момент получения предупреждения.

В оперативной деятельности у руководителя возникают ситуации, в которых обнаруживается противоречие между запланированным перечнем действий и реальным ходом проведения превентивных мероприятий, а у него отсутствует четкое представление о том, что нужно сделать для предотвращения воздействий, для которых отсутствует перечень рекомендаций. У руководителя не известен способ действий, поскольку произошла синергия нескольких ОПЯ, и руководитель не встречался ранее с такой ситуацией — нет личного опыта. Поэтому руководитель в любой момент может вмешаться в предложенный план действий для предотвращения новых воздействий.

На основе накопленного опыта составляется вариант мероприятий с учетом состояния предприятия, который в дальнейшем будет новой рекомендацией или комбинацией известных рекомендаций, не использовавшихся ранее. Возникновению таких ситуаций способствуют условия, специфические для руководителя (высокая психологическая нагрузка в момент прохождения явления, острый дефицит времени), когда у руководителя могут выпасть из памяти известные ему способы и решения.

### Обсуждение

Создание СППР — это новое направление в области развития ГМО руководителей предприятий и их деятельности, зависящих от ГМУ. 30 лет назад основным барьером таких разработок являлось отсутствие доступа к данным в режиме онлайн и необходимость интеграции распределенных и неоднородных данных. В последующие годы эти разработки заканчивались демонстрационными вариантами из-за отсутствия формализованных сведений о возможных воздействиях ОПЯ на население и предприятия. Кроме того, создание таких систем основывалось либо на геоинформационных системах, либо экономических, оптимизационных и других типах моделей. В последние годы



СППР создавались в виде рекомендательных систем. В статье впервые предлагается интеграция этих программных компонентов в технологию ГМО.

Представленное исследование позволяет выделить несколько направлений исследований. Это развитие базы знаний «Локальные пороговые значения показателей ОПЯ» для различных предприятий и бизнес-процессов, зависящих от ГМУ; создание базы данных «Воздействия и рекомендации» для каждого бизнес-процесса и ОПЯ, влияющего на него. Не менее важным направлением исследованием является развитие моделей оценок воздействий ОПЯ на различные объекты, расчета стоимости превентивных мероприятий для уменьшения или предотвращения воздействий ОПЯ. В результате объединения этих направлений развивается комплексное персонализированное ГМО в виде доставки штормовых сообщений, прогноза воздействий, выдачи рекомендаций и использования различных экономико-математических моделей.

Проведенные исследования показывают возможности реализации СППР. Созданный макетный образец ГМО работает на стенде. Требуется проверка работоспособности и проверки предлагаемого ГМО в реальных условиях, что запланировано на 2027–2028 гг. Отсутствие нормативно-правовых документов, определяющих взаимодействие организаций Росгидромета и руководителей предприятий в рамках персонализированного ГМО, затрудняет гидрометеорологам выдачу рекомендаций для принятия решений. Руководители предприятий не всегда понимают, что может произойти, что надо делать и какую информацию лучше использовать (наблюденную, или прогностическую, или климатическую) для решения того или иного бизнес-процесса.

Практическая и теоретическая значимость представленных результатов определяется возможностью получения руководителем не только сведений о состоянии ГМУ в цифровом виде, но и прогноз воздействий ОПЯ на бизнес-процессы, рекомендации для принятия решений в текстовом виде, которые к тому же можно оценить по моделям оценки воздействий и оптимизировать решения.

С помощью персонализированной системы ГМО руководитель получит более полные, актуальные и отредактированные рекомендации для реагирования на сообщения об ОПЯ. На этапах планирования и исполнения рекомендаций руководитель может использовать экономические модели и стоимостные показатели, которые позволяют выдавать более полные и эффективные мероприятия, а не только предусмотренные инструкциями.

### Заключение

Рассмотрен широкий спектр бизнес-процессов, зависящих от ГМУ, в различных отраслях. Представлена методика реализации персонализированного ГМО, с описанием необходимых и реализованных сервисов. Для интеграции данных и дальнейшего их использования в системе ГМО применена цифровая платформа ЕСИМО. В системе ГМО имеются данные наблюдений, прогнозов различной заблаговременности и климатическая информация. В статье показан ряд сервисов в виде информационной панели, интерактивной карты и СППР для выдачи прогнозов воздействий и рекомендаций руководителю для проведения превентивных мероприятий. Сервис выявления ОПЯ, работающий в реальном времени, оперативно сравнивает поступающие данные с БЗ «Локальные пороговые значения». Это позволяет выявлять потенциальные угрозы и выдавать более точные рекомендации на основе прогноза возможных воздействий ОПЯ на предприятия.

Новизна предложенных сервисов заключается не в отдельных реализациях (интегрированная база данных, геоинформационные системы, СППР, информационные панели, модели расчета ущерба, стоимости превентивных мероприятий и оценки воздействий ОПЯ на бизнес-процессы предприятий), а в оригинальной организации их взаимодействия, обеспечивающих повышение осведомленности руководителей предприятий о сложившихся ГМУ и производственной обстановке на предприятии.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Вязилов Е.Д. Подходы по реализации. Цифровая трансформация гидрометеорологического обеспечения: в 1 т. / Е.Д. Вязилов. — Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2021. — Т. 1. — 356 с.
2. DiPietro A. A Decision Support System for the Damage and Urban Resilience Assessment of Natural Events / A. DiPietro // Critical Information Infrastructures Security (CRITIS 2024). Lecture Notes in Computer Science (LNCS). — Berlin: Springer, 2025. — Iss. 15549. — P. 383–397. — DOI: 10.1007/978-3-031-84260-3\_22.
3. Walling E. Developing successful environmental decision support systems: Challenges and best practices / E. Walling, C. Vaneeckhaute // Journal of Environmental Management. — 2020. — Vol. 264. — P. 110513. — DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.110513.
4. Mendeley M. Environmental decision support systems: Current issues, methods and tools / M. Mendeley, C. Giupponi, B. Ostendorf // Environmental Modelling & Software. — 2007. — Vol. 22, № 2. — P. 123–127. — DOI: 10.1016/j.envsoft.2005.09.005.
5. Thiele J.C. Design and implementation of a web-based decision support system for climate change impact assessment on forests / J.C. Thiele, R.S. Nuske // Forstarchiv. — Göttingen: The University of Göttingen, 2016. — P. 11–23.



6. Rautrao R.R. Development of Environmental Decision Support System for Climate Change Resilience in Urban Planning: A Managerial Perspective / R.R. Rautrao, A. Gawande, A. Kumar [et al.] // *The Open Hydrology Journal*. — 2025. — Vol. 637. — P. 347–366.
7. Карви Д.К. Разработка экологической системы поддержки принятия решений для оценки качества воды / Д.К. Карви, А.Г. Брусенцев // *Информационные технологии*. — 2016. — Т. 1, № 4. — С. 35–42.
8. Nett N. Natural Hazard Risk Management: a Multidisciplinary Approach to Define a Decision Support System for Shallow Rainfall-Induced Landslides / N. Nett, E. Damiano, R. Greco [et al.] // *The Open Hydrology Journal*. — 2012. — Vol. 6. — P. 97–111.
9. Alamanos A. Development of a Decision Support System for Sustainable Environmental Management and Stakeholder Engagement / A. Alamanos, A. Rolston, G. Papaioannou // *Hydrology*. — 2021. — Vol. 8, № 40. — P. 3–20. — DOI: 10.3390/hydrology8010040.
10. Furiosi M. Drivers and barriers to DSS adoption in European crop protection: insights from a machine learning analysis of farmer and advisor surveys / M. Furiosi, J. Marinko, V. Podpečan [et al.] // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. — 2026. — Vol. 10. — Art. 1711425. — DOI: 10.3389/fsufs.2026.1711425.
11. Grasso R. A Decision Support Architecture for Maritime Operations Exploiting Multiple METOC Centre's and Uncertainty / R. Grasso, M. Cococcioni, M. Rixen [et al.] // *International Journal of Strategic Decision Sciences*. — 2011. — Vol. 2, № 1. — P. 1–27.
12. Fakhruddin B. Creating resilient communities with medium-range hazard warning systems / B. Fakhruddin, P. Gluckman, A. Bardsley [et al.] // *Progress in Disaster Science*. — 2021. — Vol. 12. — Art. 100203. — DOI: 10.1016/j.pdisas.2021.100203.
13. Башлыков А.А. Компьютерные информационные системы для интеллектуальной поддержки операторов АЭС / А.А. Башлыков. — Москва: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2016. — 520 с.
14. Михайлов Н.Н. ЕСИМО — основа информационного обеспечения морской деятельности в России / Н.Н. Михайлов, Е.Д. Вязилов, А.А. Воронцов [и др.]. — Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2025. — 262 с.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Vyazilov E.D. Podkhody po realizatsii. Tsifrovaya transformatsiya gidrometeorologicheskogo obespecheniya [Approaches to implementation. Digital transformation of hydrometeorological support] : in 1 vol. / E.D. Vyazilov. — Obninsk : FSBI "VNIIGMI-MCD", 2021. — Vol. 1. — 356 p. [in Russian]
2. DiPietro A. A Decision Support System for the Damage and Urban Resilience Assessment of Natural Events / A. DiPietro // *Critical Information Infrastructures Security (CRITIS 2024). Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*. — Berlin: Springer, 2025. — Iss. 15549. — P. 383–397. — DOI: 10.1007/978-3-031-84260-3\_22.
3. Walling E. Developing successful environmental decision support systems: Challenges and best practices / E. Walling, C. Vaneekhaute // *Journal of Environmental Management*. — 2020. — Vol. 264. — P. 110513. — DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.110513.
4. Mendeley M. Environmental decision support systems: Current issues, methods and tools / M. Mendeley, C. Giupponi, B. Ostendorf // *Environmental Modelling & Software*. — 2007. — Vol. 22, № 2. — P. 123–127. — DOI: 10.1016/j.envsoft.2005.09.005.
5. Thiele J.C. Design and implementation of a web-based decision support system for climate change impact assessment on forests / J.C. Thiele, R.S. Nuske // *Forstarchiv*. — Göttingen: The University of Göttingen, 2016. — P. 11–23.
6. Rautrao R.R. Development of Environmental Decision Support System for Climate Change Resilience in Urban Planning: A Managerial Perspective / R.R. Rautrao, A. Gawande, A. Kumar [et al.] // *The Open Hydrology Journal*. — 2025. — Vol. 637. — P. 347–366.
7. Karvi D.K. Razrabotka ekologicheskoy sistemy podderzhki prinyatiya resheniy dlya otsenki kachestva vody [Development of an ecological decision support system for water quality assessment] / D.K. Karvi, A.G. Brusentsev // *Informatsionnyye tekhnologii [Information Technologies]*. — 2016. — Vol. 1, № 4. — P. 35–42. [in Russian]
8. Nett N. Natural Hazard Risk Management: a Multidisciplinary Approach to Define a Decision Support System for Shallow Rainfall-Induced Landslides / N. Nett, E. Damiano, R. Greco [et al.] // *The Open Hydrology Journal*. — 2012. — Vol. 6. — P. 97–111.
9. Alamanos A. Development of a Decision Support System for Sustainable Environmental Management and Stakeholder Engagement / A. Alamanos, A. Rolston, G. Papaioannou // *Hydrology*. — 2021. — Vol. 8, № 40. — P. 3–20. — DOI: 10.3390/hydrology8010040.
10. Furiosi M. Drivers and barriers to DSS adoption in European crop protection: insights from a machine learning analysis of farmer and advisor surveys / M. Furiosi, J. Marinko, V. Podpečan [et al.] // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. — 2026. — Vol. 10. — Art. 1711425. — DOI: 10.3389/fsufs.2026.1711425.
11. Grasso R. A Decision Support Architecture for Maritime Operations Exploiting Multiple METOC Centre's and Uncertainty / R. Grasso, M. Cococcioni, M. Rixen [et al.] // *International Journal of Strategic Decision Sciences*. — 2011. — Vol. 2, № 1. — P. 1–27.
12. Fakhruddin B. Creating resilient communities with medium-range hazard warning systems / B. Fakhruddin, P. Gluckman, A. Bardsley [et al.] // *Progress in Disaster Science*. — 2021. — Vol. 12. — Art. 100203. — DOI: 10.1016/j.pdisas.2021.100203.
13. Bashlykov A.A. Komp'yuternyye informatsionnyye sistemy dlya intellektual'noy podderzhki operatorov AES [Computer information systems for intelligent support of NPP operators] / A.A. Bashlykov. — Moscow: JSC "VNIIOENG", 2016. — 520 p. [in Russian]



14. Mikhaylov N.N. ESIMO — osnova informatsionnogo obespecheniya morskoy deyatel'nosti v Rossii [ESIMO — the basis of information support for maritime activities in Russia] / N.N. Mikhaylov, E.D. Vyazilov, A.A. Vorontsov [et al.]. — Obninsk: VNIIGMI-MCD, 2025. — 262 p. [in Russian]